

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ,
МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РФ,
ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ –
ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РАН
ИНСТИТУТ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ «РАМЕНА»
ООО КОНЦЕРН «АКСИОН»

РИТМ СЕРДЦА И ТИП ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ

Материалы VI всероссийского симпозиума
с международным участием,
посвященного 85-летию образования
Удмуртского государственного университета

11-12 октября 2016 г.



Ижевск 2016

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
MINISTRY OF SPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION
UDMURT STATE UNIVERSITY
STATE RESEARCH CENTER OF THE RUSSIAN FEDERATION
INSTITUTE OF BIOMEDICAL PROBLEMS OF THE RAS
INSTITUTE FOR NEW MEDICAL TECHNOLOGIES "RAMEN"
LIMITED LIABILITY COMPANY CONCERN «AXION»

**THE HEART RHYTHM AND THE TYPE
OF AUTONOMIC REGULATION
IN ASSESSING THE HEALTH OF THE
POPULATION AND FUNCTIONAL
TRAINING OF ATHLETE**

Proceedings of the VI All Russia Symposium
with international participation,
dedicated to the memory of Academician Vasily Vasilievich Parin

October 11-12 , 2016



Izhevsk 2016

УДК 612.172.2(063) +616.1(063)

ББК 28.911.1я431+54.101 я 431
Р 551

Ответственные редакторы: доктор биологических наук, профессор,
Н.И. Шлык
доктор медицинских наук, профессор,
Р.М. Баевский,

Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI всерос.симп. / Отв. ред. Н.И. Шлык., Р.М.Баевский – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. - 608 с.

ISBN 978-5-4312-0444-9

В сборнике опубликованы материалы научных докладов отечественных и зарубежных ученых, содержащие новые данные в области изучения вариабельности сердечного ритма в прикладной физиологии, профилактической, спортивной, космической и клинической медицине, психофизиологии и других областях. Сборник предназначен для физиологов, врачей, математиков, психологов, специалистов физической культуры и спорта.

This collection includes the abstracts of research papers done by home and overseas scientists. The articles contain new data concerning the study of cardiac rhythm variability in applied physiology, preventive, sports, space and clinical medicine, psychological physiology etc. The collection is meant for physiologists, doctors, mathematicians, psychologists, experts in physical education and sport.

УДК 612. 821.8 (063) +616.1 (063)
ББК 28.911.1я431+54.101 я 431

ISBN 978-5-4312-0444-9

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2016
К УЧАСТНИКАМ VI ВСЕРОССИЙСКОГО СИМПОЗИУМА

РИТМ СЕРДЦА И ТИП ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ В ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ

В шестой раз мы собираемся с Вами в Ижевске для того, чтобы обсудить наиболее актуальные вопросы анализа вариабельности сердечного ритма. Этот метод начал свое активное внедрение в науку и практику с космической медицины. Анализ вариабельности сердечного ритма в настоящее время относится к числу наиболее популярных методик, широко используемых в самых разнообразных областях медицины и физиологии. Первый в мире симпозиум, посвященный этой проблеме, состоялся в Москве в 1966 году под руководством академика Василия Васильевича Парина - всемирно известного ученого в области физиологии кровообращения. За прошедшие 50 лет мы далеко продвинулись вперед, но сформулированные тогда основные идеи и принципы нового метода сохранили свою значимость до сих пор.

Первый Всероссийский симпозиум по вариабельности сердечного ритма был организован в Ижевске в 1996 году под руководством одного из основоположников метода анализа вариабельности сердечного ритма доктора медицинских наук, профессора Романа Марковича Баевского. Второй, третий, четвертый и пятый симпозиумы также состоялись в Ижевске соответственно в 2000, 2003 и 2008, 2011 гг.

Наш очередной 6-й симпозиум по вариабельности сердечного ритма по традиции проводится в Ижевске. И это не случайно, так как Институт физической культуры и спорта Удмуртского государственного университета в течение многих лет уверенно сохраняет приоритет в развитии методов анализа вариабельности сердечного ритма в спортивной физиологии и спортивной медицине. Именно спортивная медицина, наряду с космической медициной в настоящее время не только в России, но и в международном масштабе являются ведущими научно-практическими направлениями, в которых активно развиваются и совершенствуются эти методические подходы.

Данный симпозиум показывает, что несмотря на уже более чем полувековую историю методов анализа вариабельности сердечного ритма, интерес к ним не уменьшается. Увеличивается география их использования, расширяются области их применения. Все более активно внедряются в практику современные достижения микроэлектроники и информатики. Однако, прогресс в этой области определяется прежде всего развитием теоретических представлений о том, как осуществляется регуляция сердечного ритма, работу каких физиологических механизмов отражают разные показатели вариабельности ритма сердца.

На данном симпозиуме предполагается уделить основное внимание практическим вопросам использования методов анализа вариабельности сердечного ритма в различных областях физиологии и медицины. Необходимо обсудить вопросы стандартизации исследовательских подходов в изучении вариабельности сердечного ритма с учетом мирового опыта.

Наш очередной 6-й симпозиум является Юбилейным. Прошло ровно 50 лет со времени проведения первого подобного симпозиума в 1966 году. Поэтому оргкомитет с полным основанием считает, что наш Юбилейный симпозиум мы должны посвятить памяти Василия Васильевича Парина.

Организационный и Программный комитеты 6-го Всероссийского симпозиума по вариабельности сердечного ритма желают всем его участникам плодотворной и успешной работы и надеются, что эта очередная научная встреча поможет укрепить научные

связи между учеными и практиками, которые занимаются вопросами изучения вариабельности ритма сердца. Мы надеемся, что наш 6-й симпозиум даст новый импульс к дальнейшему активному развитию этого важного для науки и практики направления.

Председатель Программного комитета
симпозиума

доктор медицинских наук, профессор
Р.М.Баевский.

Председатель Организационного комитета
симпозиума

доктор биологических наук, профессор
Н.И.Шлык.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Баевский Р.М.	
О ЖИЗНЕННОМ ПУТИ АКАДЕМИКА ПАРИНА ВАСИЛИЯ ВАСИЛЬЕВИЧА.....	12
Баевский Р.М.	
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ.....	15
Шлык Н.И.	
РИТМ СЕРДЦА И ТИП РЕГУЛЯЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГО- ТОВНОСТИ ОРГАНИЗМА ЮНЫХ И ВЗРОСЛЫХ СПОРТСМЕНОВ (ПО ДАННЫМ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА).....	20
Алтынова Н.В.	
ВЛИЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОГО ГОМЕОСТАЗА НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.....	41
Баевский Р.М., Русанов В.Б., Черникова А.Г., Берсенев Е.Ю., Иванов Г.Г.	
СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ И ЕЕ СВЯЗЬ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИ- МИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МИОКАРДА В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПО- ЛЕТА (ЭКСПЕРИМЕНТ «КОСМОКАРД»).....	45
Байгужин П.А.	
АДАПТИВНАЯ ТЕСТИРУЮЩАЯ МОДЕЛЬ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПСИХИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ.....	49
Баженова А.Е., Алиев Н.Ш., Глазова О.А., Илюйкина И.В.	
ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕВУШЕК РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГО- ТОВЛЕННОСТИ.....	54
Башкатова Ю. В., Пахомов А. А., Нерсисян Н.Н., Сорокина Л.С.	
ДИНАМИКА КАРДИОИНТЕРВАЛОВ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ.....	58
Бебинов С.Е., Щербак Л.В.	
ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У КУРСАНТОВАВТОШКОЛЫ В НАЧАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ФОРМИРО- ВАНИЯ ВОДИТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ.....	62
Белощенко Д.В., Мороз О.А., Горбунова Д.С., Тен Р.Б.	
ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА КАРДИОИНТЕРВАЛОВ В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕ- СКОЙ НАГРУЗКИ.....	65
Берсенев Е.Ю.	
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБЛАДАНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБА- НИЙ РИТМА СЕРДЦА У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИГРОКОВ В ВОЛЕЙБОЛ.....	68
Берсенев Е.Ю., Исаева О.Н., Черникова А.Г., Усс О.И.	
ВНЕДРЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЦЕНКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРАКТИКУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ПРИКЛАДНУЮ ФИЗИОЛОГИЮ.....	71
Близнецова Е.А., Антонова Л.К., Кушнир С.М.	
ТИПЫ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖ- КОЙ ВНУТРИУТРОБНОГО РАЗВИТИЯ.....	75
Блинова Н.Г., Кошко Н.Н., Варич Л.А.	
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ.....	80
Брук Т.М., Литвин Ф.Б., Осипова Н.В., Косорыгина К.Ю., Любутина К.Д.	
ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ФУТБОЛИСТОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ С УЧЕТОМ ИГРОВОГО АМПЛУА.....	84

Брынцева Е.В. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ КАРАТИСТОВ В ПОКОЕ И ПРИ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЕ ДО И ПОСЛЕ ФИ- ЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ.....	88
Быков Е.В., Зинурова Н.Г., Чипышев А.В. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И НАПРАВЛЕННОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК.....	92
Гаврилова Е.А. ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РИТМА СЕРДЦА КАК КРИТЕРИЙ НАЗНАЧЕНИЯ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ В СПОРТЕ.....	96
Герасевич А.Н., Шитов Л.А., Пархоц Е.Г., Кожановская Н.Г., Олексюк А.П., Царевич А.В. ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ КУРСОВ И ФАКУЛЬТЕТОВ ПРИ ЭКЗАМЕНАЦИОННОМ СТРЕССЕ.....	103
Горбылёва К.В., Зарифьян А.Г. ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ- УРОЖЕНЦЕВ РАЗЛИЧНЫХ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ КЫРГЫЗСТАНА.....	108
Григоренко В.В., Еськов В.М. СТОХАСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ СИСТЕМ С ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНА- МИКОЙ НА ПРИМЕРЕ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ РФ.....	111
Добровольский А.С., Галущенко О.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МЕТОДОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧ- НОГО РИТМА В ГИРЕВОМ СПОРТЕ.....	116
Евстафьева Е.В., Тымченко С.Л., Богданова А. М., Евстафьева И.А., Решетняк О.А. ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СПОРТСМЕНОВ В СВЯЗИ С ЭНДОГЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАЛЬЦИЯ.....	121
Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. НОВАЯ ИНТЕРПРИТАЦИЯ ГОМЕОСТАЗА С ПОЗИЦИЙ ХАОТИЧЕСКОГО ПОД- ХОДА.....	125
Калабин О.В., Спицин А.П. ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПАУЭРЛИФТЕРОВ ПРИ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЕ.....	129
Калоша А.И., Рудин М.В., Шкуричева Е.В., Литвин Ф.Б., Васильева Г.В. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧ- НОГО РИТМА У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК, ПОСТОЯННО ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ РАДИАЦИИ.....	132
Кононец И.Е., Бебинов Е.М., Калыкеева А.А. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК ЛИЦЕЯ С РАЗ- НЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ ТОНУСОМ.....	135
Кузнецова И.А., Мельникова Д.В. ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЮНЫХ ХОККЕИСТОВ 15- 16 ЛЕТ.....	138
Кулемзина Т.В., Криволап Н.В. РОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОГНОЗИРОВА- НИИ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	142
Лебедев Е.С., Шлык Н.И. УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ У БИАТЛОНИСТОК ПО ДАНЫМ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА.....	146

Левушкин С.П., Барчукова Г.В., Жилкин А.Н., Патраков А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ВЫСОКОКВА-ЛИФИЦИРОВАННЫХ ТЕННИСИСТОВ.....	150
Линдт Т. А. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ХОККЕИСТОВ 13-14 ЛЕТ С РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ВЕГЕТА- ТИВНЫМ ТОНУСОМ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ.....	154
Литвин Ф.Б., Брук Т.М., Осипова Н.В., Балабохина Т.В., Любутина К.Д. СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ФУТБО- ЛИСТОВ НА ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦИКЛА.....	158
Литвин Ф.Б., Каленникова Н.Г., Жигало В.Я., Пешкова Н.В. ВЛИЯНИЕ СИМБИОЛА НА ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГУЛЯЦИИ СЕР- ДЕЧНОГО РИТМА У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ.....	164
Логинов С.И., Шимшиева О.Н. АНАЛИЗ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЛЕГКОАТЛЕТОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИ- ЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ ШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ.....	168
Лопсан А.Д., Будук-оол Л.К.-С. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ БОРЦОВ ВОЛЬНОГО СТИЛЯ.....	173
Лоскутова А.Н., Максимов А.Л. ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ДИСПЕРСИОННО- ГО КАРТИРОВАНИЯ ЭКГ У АБОРИГЕНОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	176
Макарьин В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ГРУППОЙ КРОВИ.....	180
Марков А.Л., Людина А.Ю., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И n-3 ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....	183
Мелкумова Е.Ю., Ардашев В.Н. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ОЦЕНКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕ- СТАБИЛЬНОСТИ МИОКАРДА У БОЛЬНЫХ ИШИМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ: ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ.....	188
Миндубаева Ф.А., Шукуров Ф.А., Салихова Е.Ю. ЭТНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ СТУДЕНТОВ, ПРО- ЖИВАЮЩИХ В РАЗНЫХ КЛИМАТО - ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	192
Мусабекова Т.О., Шлейфер С.Г., Андрианова Е.В. ТИЛТ-ТЕСТ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРА-ФИИ У БОЛЬНЫХ ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ В ПОЖИЛОМ И СТАРЧЕСКОМ ВОЗРАСТЕ.....	196
Мышляев С.Ю. РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ДИАГНОЗ У БОЛЬНЫХ С ПОВЕРЖДЕННЫМ ИЛИ НЕ- ЗРЕЛЫМ МОЗГОМ.....	201
Нифонтова О.Л., Шакирова Л.С., Синенко Д.В., Гараева Г.Р. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ШКОЛЬНИКОВ ЮГРЫ В УСЛОВИЯХ САНАТОРНОГО ЛЕЧЕНИЯ.....	206
Оникул Е.В. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЕТЕЙ 3 И 4 ЛЕТ В ЗИМНИЙ И ЛЕТ- НИЙ ПЕРИОДЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА.....	210

Попова И.Е., Бегидова Т.П. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАНЯТИЙ ПЛАВАНИЕМ В ПРОЦЕССЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОДРОСТКОВ С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	214
Прусов П.К. Иусов И.Г. ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ДИНАМИКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНЫХ СПОРТМЕНОВ ПОСЛЕ ДОЗИРОВАННОЙ СУБМАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ.....	217
Псеунок А.А. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЮНЫХ САМБИСТОВ 14-16 ЛЕТ...	221
Псеунок А.А. ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНЫХ ВЕЛОГОНЩИКОВ 10-14 ЛЕТ.....	224
Русанов В.Б., Берсенев Е.Ю. АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА (ВСР) И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ СЕРДЦА (ДИСПЕРСИОННОЕ КАРТИРОВАНИЕ) У КОНЬКОБЕЖЦЕВ СБОРНОЙ РОССИИ.....	227
Семёнов Ю.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ВАРИКАРД ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ УРОВНЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ХОДЕ СПОРТИВНЫХ ТРЕНИРОВОК.....	232
Смагулов Н.К., Адилбекова А.А., Коваленко Л.М. МЕТОДИКА НАХОЖДЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОГО КОМПЛЕКСА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С УМЕНЬШЕНИЕМ СЛУЧАЙНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ.....	236
Спицин А.П., Кушкова Н.Е., Першина Т.А. Бяков И.С. ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОГО ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА НА СТРУКТУРУ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ С СЕМЕЙНОЙ ОТЯГОЩЕННОСТЬЮ ПО АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ.....	241
Стручкова И.В., Антонова Л.К., Кушнир С.М. ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ОТ 1 ГОДА ДО 7 ЛЕТ.....	245
Тузлукова М.Д. ТИПА РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЛЫЖНИКОВ ПАРАЛИМПИЙЦЕВ-ИНВАЛИДОВ ПО ЗРЕНИЮ В СРАВНЕНИИ С ОЛИМПИЙЦАМИ.....	248
Филатова Д.Ю., Горбунов Д.В., Прасолово А.А., Шерстюк Е.С. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ ГЛЕНСДОРФА-ПРИГОЖИНА В ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ.....	251
Филатова О.Е., Русак С.Н., Майстренко Е.В., Добрынина И.Ю. ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ГОМЕОСТАЗА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.....	255
Фунтова И.И., Баевский Р.М., Черникова А.Г., Лучицкая Е.С. АНАЛИЗ ВСР В КОСМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «ПНЕВМОКАРД».....	259
Ходакова Е.В. РИТМ СЕРДЦА И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ИНТРАНАЗАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА.....	263
Черапкина Л.П. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА В ПРОЦЕССЕ КУРСА НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ, ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ВЫПОЛНЯЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ.....	269

Шаройко М.В., Ардашев В.Н., Турова Е.А. ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ФЕНОМЕНА И СИНДРОМА ВОЛЬФА– ПАРКИНСОНА–УАЙТА У СПОРТСМЕНОВ.....	274
Шлык Н.И., Алабужев А.Е., Алабужев С.А., Тришканов К.С., Шумков А.М. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЛЕГКОАТЛЕТОВ НА СБОРАХ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ.....	278
Шумихина И.И. ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ИГРОКОВ В ФУТ- ЗАЛ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД.....	284
Шумихина И.И. ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА У СТУДЕН- ТОВ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА....	288
Эльман К.А., Филатова Д.Ю., Срыбник М.А., Глазова О.А. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ УЧАЩИХСЯ ЮГРЫ.....	292
Яковенко О.В., Бурт А.А. ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА У СТУДЕНТОВ В РАЗНЫЕ УЧЕБНЫЕ ПЕРИОДЫ.....	296
Ярмолинский В.И. 1, Луневиц А.Я. 2, Глухов Ю.Ф. РАЗВИТИЕ E-HEALTH ТЕХНОЛОГИЙ И НОСИМЫХ ГАДЖЕТОВ ДЛЯ САМО- КОНТРОЛЯ ФУНКЦИЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ В ПОКОЕ И ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ.....	300

О ЖИЗНЕННОМ ПУТИ АКАДЕМИКА ПАРИНА ВАСИЛИЯ ВАСИЛЬЕВИЧА

(1903 -1971)

Баевский Р.М.



Академик Василий Васильевич Парин являлся одним из ведущих мировых ученых в области физиологии кровообращения. Одним из главных направлений научной деятельности Василия Васильевича была космическая кардиология. Этот новый раздел космической медицины сформировался в 60-е годы прошлого столетия под его непосредственным руководством. В те годы активно шел анализ получаемой из космоса новой научной информации о влиянии на организм человека факторов космического полета и прежде всего о влиянии невесомости на сердечно - сосудистую систему. Первые обобщения этой новой информации представлены в статье В.В. Парина, Р.М.Баевского и О.Г. Газенко «Сердце и кровообращение в условиях космоса», которая в 1965 году на английском языке была опубликована в журнале «Cor et Vasa», а также в опубликованной в том же 1965 году в журнале «Кардиология» статье «Достижения и успехи космической кардиологии», где рассматривается роль реакций системы кровообращения в приспособлении организма к условиям невесомости. Показано, что ведущее значение при этом принадлежит вегетативной нервной системе и что основным методом изучения вегетативной регуляции кровообращения является анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР). Этот метод, который получил затем широкое применение в различных областях медицины, фактически «родился» в космической кардиологии. В 1967 году вышла монография В.В. Парина, Р.М. Баевского, Ю.Н. Волкова и О.Г.Газенко «Космическая кардиология». В этой книге обобщен широкий круг проблем, связанных с влиянием факторов космического полета на систему кровообращения. При этом сердечно-сосудистая система рассматривается как индикатор адаптационных реакций целостного организма. На основе обобщения результатов первых космических полетов был сформулирован ряд важных научно-теоретических положений, имеющих концептуальный характер и во многом определивших дальнейшее развитие космической кардиологии.

Этапы жизненного пути.

В.В. Парин родился 18 марта 1903 г в г. Казани.

В 1922-1932 гг. Парин заканчивает учебу на медицинском факультете в Перми и аспирантуру физико-математического факультета в Казани.

С 1932 по 1941 гг. - научная и административная работа в Свердловском медицинском институте.

Докторскую диссертацию В.В. Парин защищал в январе 1941 года в Первом медицинском институте в Москве. Сразу после защиты докторской диссертации в марте 1941 года В.В. Парин был избран профессором кафедры физиологии Первого Московского Медицинского института и назначен его директором. В годы Великой отечественной войны В.В. Парин назначается на должность заместителя Народного комиссара здравоохранения по делам медицинской науки и образования. После разгрома фашистов под Москвой был создан третий Московский медицинский институт республиканского подчинения и В.В. Парин избирается по конкурсу на должность заведующего кафедрой нормальной физиологии.

В 1942 году В.В. Парина назначают представителем Наркома здравоохранения по борьбе с эпидемиями.

Деятельность В.В. Парина в годы Великой Отечественной войны была высоко оценена, в 1943 году он награжден орденом Трудового Красного Знамени - "за самоотверженную работу в эвакогоспиталях, успешное проведение противоэпидемических мероприятий, хорошую организацию медицинского обслуживания населения и подготовку медицинских кадров". В 1945 году В.В. Парин был награжден медалями: "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 годов", "За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 годов" и "За оборону Кавказа".

В.В. Парин был одним из основателей Академии медицинских наук СССР.

В ночь с 17 на 18 февраля 1947 года - арест по ложному обвинению. Приговор ученому был 25 лет с конфискацией имущества. В октябре 1953 года В.В. Парин был освобожден по амнистии со снятием судимости. В апреле 1955 года В.В. Парина полностью реабилитировали решением Военной Коллегии Верховного Суда СССР.

После почти 7 лет заключения В.В. Парин вернулся к научной работе. С февраля 1954 года он стал заведовать лабораторией патологической физиологии Института терапии АМН СССР.

В 1956 году сессия общего собрания Академии медицинских наук восстановила В.В. Парина в звании действительного члена АМН СССР. В 1957 году, он был переизбран в президиум и вновь избран академиком-секретарем.

В 1957 году в Советском Союзе произведен запуск первого искусственного спутника Земли. Уже на втором спутнике в космосе побывала собака Лайка. В.В. Парин участвовал в биологическом обеспечении запуска корабля с собакой Лайкой на борту. С этого времени научная и общественная деятельность В.В. Парина неразрывно связаны с космической биологией и медициной.

В.В. Парин, сначала как академик-секретарь (1957-1963) и вице-президент (1963-1966) Академии медицинских наук, а затем как директор Института медико-биологических проблем (1965-1968) участвовал в решении всех крупных проблем пилотируемой космонавтики. Это было первое десятилетие космической эры, когда каждый новый шаг в космосе был важным научным событием и серьезным техническим достижением. Полет собаки Лайки - первого живого существа в космос, первое возвращение из космоса собак Белки и Стрелки, первый полет в космос человека, первый выход человека в открытый космос - этот перечень событий, где все было впервые, можно продолжить. И во всех этих событиях участвовал Василий Васильевич Парин.

В 1961 году В.В. Парина дважды награждают орденом Трудового Красного Знамени. В первый раз за большие заслуги в области охраны здоровья советского народа и развитие медицинской науки, второй раз за "большие успехи, достигнутые в развитии

ракетной промышленности, науки и техники, успешное осуществление первого в мире полета советского человека в космическое пространство на корабле-спутнике "Восток". В 1964 году В.В. Парин был избран действительным членом Международной астро-навтической академии по секции биологических наук.

В 1968 году В.В. Парин уходит с поста директора Института медико-биологических проблем и 31 января 1969 года президиум АН СССР назначает его директором самостоятельной лаборатории проблем управления функциями в организме человека и животных.

Умер В.В. Парин 15 июня 1971 г. в Москве.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ

Баевский Р.М.

Институт медико-биологических проблем Российской Академии Наук, Москва

rmb1928@mail.ru

VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM IN SPACE MEDICINE

Bayevsky R.M.

Institute of medicobiological problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. Анализ ВСР является одним из важных методических подходов космической медицины, который активно развивается ею уже более 50 лет. Разработаны принципиально новые подходы к анализу ВСР на основе математической модели функциональных состояний организма. Разработан вероятностный метод оценки риска развития патологии. За последние 15 лет на борту международной космической станции регулярно проводятся ежемесячные исследования с анализом ВСР, записью комплекса кардиологических параметров и функциональных тестов. Получены новые уникальные данные о влиянии длительной невесомости на вегетативную регуляцию сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма (ВСР), космическая кардиология, невесомость, степень напряжения регуляторных систем, функциональные резервы, вероятностная оценка риска развития патологии.

The summary. Analysis of HRV is one of important methodical approaches of space medicine who actively develops it already more than 50 years. Essentially new approaches to HRV analysis on the basis of mathematical model of functional states of an organism are developed. The likelihood method of an estimation of risk development of a pathology is developed. For last 15 years onboard the International space station monthly researches with HRV analysis, record of a complex of cardio logical parameters and functional tests are regularly conducted. The new unique data about influence of long weightlessness on vegetative regulation of cardiovascular system is obtained.

Keywords: Heart Rate Variability (HRV), space cardiology, weightlessness, degree of regulatory systems strain, functional reserves, likelihood estimation of risk development of a pathology.

Введение. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в настоящее время является одной из самых популярных во всем мире методик функциональной диагностики. Начало развитию этого нового методического подхода было положено более 50 лет назад в космической медицине. Тогда в первых космических полетах животных и человека медицинский контроль ограничивался передачей на Землю данных о частоте пульса и дыхания и записью электрокардиограммы. Космическая медицина оказалась одной из первых областей науки и практики, где анализ ВСР был использован для получения новой научной информации и решения задач медицинского контроля за человеком, выполняющим свою работу в экстремальных условиях (Парин В.В., Баевский Р.М., Газенко О.Г., 1965; Парин В.В., Баевский Р.М., Газенко О.Г., 1965). Анализ ВСР проводился во всех пилотируемых полетах советских и российских космонавтов. Были получены обширные материалы, показавшие важную роль регуляторных механизмов в обеспечении адаптации организма к необычным условиям космического полета (Баевский Р.М., Черникова А.Г., Фунтова И.И., 2005). В связи с этим более 40 лет назад сформировалось новое научное направление – космическая кардиология, в котором центральное место занимала концепция о сердечно-сосудистой системе как индикаторе адаптационных реакций всего организма (Парин В.В., Баевский Р.М., Волков Ю.Н. и др., 1967).

Успехи космической медицины в области анализа ВСР явились одним из стимулов дальнейшего развития этого метода. Ровно 50 лет назад в 1966 году состоялся первый симпозиум по вариабельности сердечного ритма (по математическому анализу ритма сердца) (Парин В.В., Баевский Р.М., 1968). И хотя начиная с конца 70-х годов прошлого столетия начался резкий рост числа исследований по ВСР в Западной Европе и США, в России, после наблюдавшегося в конце 80-х – начале 90-х спада активности исследований, в последние годы также отмечается повышенное внимание к этому методу. Важнейшую роль в этом сыграло регулярное проведение Всероссийских симпозиумов по анализу ВСР в Ижевске. Настоящий 6-й симпозиум показывает, что Российская школа исследований по ВСР продолжает сохранять свою лидирующую роль во многих направлениях. Особенно следует отметить успехи в применении методов анализа ВСР в космической и в спортивной медицине.

Методы. Важным преимуществом методов анализа ВСР является относительная простота получения первичной информации – динамического ряда кардиоинтервалов. Для этого достаточной является регистрация электрокардиограммы или другого сигнала отражающего ритм сердечных сокращений (сфигмограммы, сейсмокардиограммы, фотплетизмограммы и др.). Это обусловило возможность широкого использования анализа ВСР в разнообразных условиях: в покое, при физических и умственных нагрузках, при функциональных пробах, во время выполнения операторской деятельности, во время сна. Наиболее сложным аспектом анализа ВСР является развитие разнообразных аналитических подходов, основные из которых представлены в широко известных Европейско-Американских (Circulation, 1996 г.) и Российских (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др., 2001) методических рекомендациях. Однако за последние 10-15 лет аналитические возможности этого метода существенно расширились, в чем ведущую роль сыграла космическая медицина. Обусловлено это тем, что деятельность человека в космическом пространстве с каждым годом расширяется и усложняется. Необходим все более надежный медицинский контроль за функциональным состоянием космонавтов, за адаптационными возможностями их организма. Необходим не столько клинический, сколько индивидуальный доврачебный (донозологический) контроль, направленный на прогнозирование состояния здоровья и на оценку рисков развития заболеваний. При этом, несмотря на возможности современной космонавтики доставить на орбиту достаточно сложную медицинскую технику, сохраняются требования минимизации и высокой информативности регулярных медико-физиологических исследований в ходе космического полета. Этим требованиям соответствует методология анализа ВСР и ее новые технологические варианты, разработанные в последние годы в космической кардиологии.

Прежде всего следует отметить разработку принципиально нового подхода к оценке здоровья, основанного на современных представлениях теории адаптации и учения о гомеостазе (Григорьев А.И., Баевский Р.М., 2007). Сущность этого подхода состоит в том, что здоровье рассматривается как процесс непрерывного приспособления организма к условиям окружающей среды, а мерой здоровья являются адаптационные (приспособительные) возможности организма. Переход от здоровья к болезни связан со снижением адаптационных возможностей организма, с уменьшением способности адекватно реагировать не только на социально-трудовые, но и на обычные повседневные нагрузки. При этом на границе между здоровьем и болезнью возникает целый ряд переходных состояний, получивших название донозологических (Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1980; Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1997, 2008). Разработка концепции донозологической диагностики, которая началась в космической медицине еще в 70-е годы прошлого века, явилась ключевым моментом в развитии теоретических основ учения о здоровье.

Следующим шагом в развитии методов анализа ВСР в космической медицине явилась разработка математической модели функциональных состояний, описывающей переход от нормы к патологии (Р.М. Баевский и А.Г. Черникова (2002)). В этой математической модели, используются показатели степени напряжения регуляторных систем (СН) и их функционального резерва (ФР), которые вычисляются по данным анализа ВСР. При этом СН и ФР являются координатами фазовой плоскости. Дальнейшим развитием математического моделирования функциональных состояний явилась разработка вероятностного подхода к прогнозированию патологических отклонений и заболеваний, в рамках которого вычислялись категории риска (Баевский Р.М., Черникова А.Г. Патент на изобретение №2448644 от 15.09.2010).

Космической кардиологии принадлежит несомненный приоритет в развитии методологии анализа ВСР применительно к оценке функционального состояния человека при различных экстремальных воздействиях, таких как длительная гипокинезия, антиортостаз, изоляция, перегрузки и, безусловно, реальный космический полет. Использование анализа ВСР в космических исследованиях на орбитальных станциях «Салют», «Мир» и на Международной космической станции позволило получить принципиально новые уникальные данные о вегетативной регуляции кровообращения, о сократительной функции миокарда, об их взаимосвязи с дыханием, изменениях во время сна и при различных нагрузках. В течение последних 10-15 лет анализ ВСР занимал ключевое место в ряде космических экспериментов на Международной космической станции.

С 2002 по 2007 гг. это был эксперимент «Пульс», в котором впервые исследование ВСР было основной целью космического эксперимента. С 2007 по 2012 гг. на МКС проводились эксперименты «Пневмокард» и «Сонокард». Первый из них был посвящен дополнительному изучению изменений гемодинамики методом импедансной кардиографии (ИКГ) и сократительной функции сердца методом сейсмокардиографии (СКГ). Важной задачей этого эксперимента явилось также испытание в длительных космических полетах методологии донозологической диагностики и вероятностного прогнозирования адаптационного риска. Следующим шагом в 2014 г. была организация двух новых космических экспериментов «Кардиовектор» и «Космокард». «Кардиовектор» позволил впервые в мире получить пространственную баллистокардиограмму-запись пульсовых микроколебаний тела одновременно по шести осям (трем линейным и трем вращательным) одновременно с анализом ВСР и регистрацией дыхания, ИКГ и СКГ. В эксперименте «Космокард» суточная регистрация ЭКГ, включая анализ ВСР, сочетается с исследованием энерго-метаболических процессов в миокарде методом дисперсионного картирования электрокардиограммы (ДК ЭКГ).

Результаты исследований. Исследованиями ВСР и других кардиологических показателей было, прежде всего, показано, что в условиях невесомости устанавливается новый уровень кардиореспираторного гомеостаза. В ходе полета в большинстве случаев имеется тенденция к снижению активности парасимпатической системы и росту симпатической активности. Представляет интерес рост общей активности регуляторных систем на 2-4-м месяцах полета. При этом в наибольшей мере и прежде всего растет активность энерго-метаболического звена регуляции, затем увеличивается активность звена сосудистой регуляции. Относительная мощность спектральных компонент, соответствующих указанным звеньям регуляции, изменяется разнонаправлено: к концу полета относительная активность энерго-метаболического уровня регуляции растет, сосудистого – снижается. Это может быть обусловлено наличием противоположных тенденций в реакциях на воздействие невесомости со стороны центральной гемодинамики и периферических сосудов. Таким образом установлено, что:

1. При длительном действии невесомости сохранение кардиореспираторного гомеостаза обеспечивается ценой высокой активности механизмов вегетативной регуляции.

2. В зависимости от индивидуального типа вегетативной регуляции (ваго-, нормо- или симпатотонический) у членов экипажей МКС в ходе длительного полета наблюдались различные адаптационные реакции, такие как рост активности симпатического или парасимпатического звена, рост активности симпатического сосудистого центра, активация энерго-метаболического звена регуляции или высших вегетативных центров.

3. Увеличение степени напряжения регуляторных систем и снижение их функционального резерва со смещением функционального состояния в зону донозологических состояний следует рассматривать как риск развития перенапряжения и истощения механизмов адаптации и развития патологических отклонений.

Анализ вариабельности сердечного ритм сыграл важную роль в развитии и становлении космической медицины и в особенности ее раздела космической кардиологии. Экспериментальных исследований в реальных космических полетах. Он позволил получить огромный экспериментальный материал о реакциях сердечно-сосудистой системы человека на различных этапах длительного космического полета. Создан ряд уникальных исследовательских и аналитических методов, которые стали активно применяться в земной медицине.

Анализ ВСР в космических полетах позволил выдвинуть следующие два положения, который имеют фундаментальный характер:

1. Напряжение регуляторных систем как важный критерий оценки реакции организма на комплексное воздействие факторов космического полета. Длительные космические полеты требуют от организма человека не только высокой устойчивости к экстремальным воздействиям, но и хорошей пластичности, т.е. способности приспособляться (адаптироваться) к новым необычным условиям существования. В ходе адаптации происходит формирование новой функциональной системы, что требует определенного напряжения регуляторных систем, дополнительных затрат энергии. Вместе с тем в длительных полетах экипаж проводит постоянные физические тренировки, которые направлены на сохранение высокого уровня физической работоспособности и являются одним из важнейших средств профилактики неблагоприятного воздействия невесомости на организм. Таким образом, нормальный уровень функционирования основных систем организма может быть сохранен только в случае, если не возникает перенапряжения регуляторных механизмов и не истощается функциональный резерв. Снижение функциональных резервов является фактором риска развития патологических изменений. Поэтому оценка функциональных резервов регуляторного механизма должна стать важной составной частью системы медицинского контроля состояния здоровья космонавтов.

2. Индивидуальность адаптационных реакций организма в условиях длительного космического полета. Наличие различных типов (классов) вегетативной регуляции было подтверждено исследованиями с использованием кластерного анализа полетных данных. Эти классы различаются не только по вегетативному балансу и по уровню сердечно-сосудистого гомеостаза, но и по времени адаптации организма к условиям невесомости, механизму адаптации, устойчивости адаптационных реакций. Результаты этих исследований имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение. Во-первых, знание индивидуального типа вегетативной регуляции позволяет прогнозировать характер адаптационных реакций космонавта в полете. Во-вторых, оценка состояния вегетативной регуляции дает важную информацию для системы медицинского контроля, поскольку нарушения сложившегося в полете вегетативного баланса, которые проявляются прежде всего в изменениях показателей вариабельности сердечного ритма, значительно опережают по времени метаболические и структурные нарушения в исполнительных органах. При уже имеющемся ухудшении регуляции организм в состоянии еще в течение некоторого времени поддерживать высокую работоспособность

(на фоне нарастающего напряжения регуляторных систем), но затем может наступить срыв адаптации в виде различных нарушений, в том числе со стороны сердечно-сосудистой системы. В-третьих, рост напряжения регуляторных систем в ходе полета (за пределы характерных для данного типа регуляции диапазона значений) требует серьезного внимания со стороны службы медицинского контроля как фактор риска развития патологических изменений.

Заключение. Анализ ВСР является одним из важных методических подходов космической медицины, который активно развивается ею уже более 50 лет. Кроме широкого применения анализа ВСР в научных исследованиях членов космических экипажей, совершающих длительные многомесячные полеты, на основе этой методологии в космической медицине разработаны донозологическая диагностики и вероятностный подход к оценке риска развития патологических отклонений. Эти принципиально новые направления в учении о здоровье и болезни постепенно завоевывают все больше последователей в практической медицине и в прикладной физиологии и таким образом увеличивают масштабы применения анализа ВСР. Эта методика, получившая начало в первых пилотируемых космических полетах, сегодня является одной из самых популярных в функциональной диагностике и ее доступность и распространенность с каждым годом растет в связи с успехами микроэлектроники и, в частности, благодаря массовому выпуску смартфонов и планшетов. В перспективе можно ожидать, что анализ ВСР станет неотъемлемой частью персональных, повседневных приборов для оценки и контроля индивидуального здоровья. Вполне вероятно, что такие приборы вначале появятся в космической медицине, а затем получают массовое распространение.

**РИТМ СЕРДЦА И ТИП РЕГУЛЯЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
ГОТОВНОСТИ ОРГАНИЗМА ЮНЫХ И ВЗРОСЛЫХ СПОРТСМЕНОВ
(ПО ДАННЫМ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ
СЕРДЕЧНОГО РИТМА)**

Шлык Н.И.

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

medbio@uni.udm.ru

**RHYTHM OF HEART AND TYPE OF THE REGULATION AT ASSESSMENT OF
THE FUNCTIONAL READINESS OF THE ORGANISM OF YOUNG AND ADULT
ATHLETES (ACCORDING TO THE SNAP ANALYSIS OF VARIABILITY OF THE
CARDIAC RHYTHM)**

Shlyk N.I.

Udmurt State University, Izhevsk, Russia

Аннотация. В работе представлен новый подход к вопросам спортивной подготовки спортсменов на основе определения преобладающего типа вегетативной регуляции по данным анализа вариабельности сердечного ритма, и в соответствии с этим, планирование и своевременная коррекция тренировочного процесса. Показано, что индивидуальные типы регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но и по степени переносимости тренировочных и соревновательных нагрузок.

Ключевые слова: спортсмены, ритм сердца, тип вегетативной регуляции, ортостаз, индивидуальный подход к тренировочному процессу, оценка перетренированности.

Abstract. In the scientific work a new approach to the questions of athletes' sports training is presented. This approach was created on basis of predominant autonomic regulation's type definition according to the analysis of variability of heart rate. And in accordance to the results of the analysis planning and timely correction of training process are produced. It is shown, that individual types of regulation differ not only in autonomic balance but in endurance degree of training and emulative load as well.

Keywords: sportsmans, heart rate, type of autonomic regulation, orthostasis, individual approach to training process, overtraining evaluation.

Введение. Уровень современных спортивных достижений и растущий список случаев внезапных смертей в спорте предъявляют высокие требования к профессиональному уровню специалистов, занимающихся подготовкой спортсменов. Не секрет, что из ДЮСШ большинство спортсменов выходят «ветеранами» спорта. Это связано с тем, что тренеры, как правило, ориентированы на составление рабочих планов тренировочного процесса и обязательного их выполнения без учета индивидуальных особенностей и функциональной подготовленности организма спортсменов.

Уровень здоровья юных спортсменов нельзя рассматривать как устойчивое состояние. Это процесс динамический, постоянного приспособления к условиям окружающей среды (семья, школа, возрастающие психоэмоциональные и тренировочные нагрузки). Механизмы вегетативной регуляции играют в этом процессе главную роль: обеспечить приспособление к изменяющимся условиям при оптимальном напряжении регуляторных систем. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем ведет к нарушению вегетативного баланса и снижению адаптационно-резервных возможностей организма. При этом очень важно контролировать насколько нарушен и устойчив вегетативный дисбаланс [1, 2].

Учитывая, что организм юных спортсменов находится в процессе развития, то их занятия спортом требуют серьезного контроля и постоянного управления со стороны

родителей, врача и тренера. Принцип периодических наблюдений два раза в год за состоянием здоровья спортсменов в физкультурных диспансерах абсолютно не эффективен, так как не способен своевременно выявлять перетренированность и патологические состояния на ранних стадиях их формирования при необоснованно нарастающих физических нагрузках. Поэтому давно назрел вопрос о подготовке специалиста нового уровня, тренер – физиолог спорта. В настоящее время в нашем институте физической культуры Удмуртского государственного университета третий год идёт подготовка таких специалистов в магистратуре.

Контроль за переносимостью физических нагрузок ведется самим тренером в основном по частоте сердечных сокращений без учета того, что одна и та же частота сердечных сокращений не всегда отражает истинное состояние сердечно-сосудистой системы и может скрывать за собой разную степень напряжения кардиорегуляторных систем. То есть одной и той же частоте сердечных сокращений могут соответствовать включения различных регуляторных систем, управляющих ритмом сердца. Исходя из этого, в первую очередь нужно изучать не частоту сердечных сокращений, а ее регуляцию. К сожалению, при допуске детей и подростков к занятиям спортом тренерами и врачами чаще всего не учитываются индивидуально-типологические особенности вегетативной регуляции, что является одной из первопричин нарушения вегетативного гомеостаза и перетренированности организма уже на начальных этапах занятий спортом [13, 14, 20, 22].

Речь идет о необходимости внедрения в школьную и детскую спортивную медицину простых, доступных и информативных экспресс-методов за уровнем здоровья и функциональной готовности организма к сдаче норм ГТО, выполнению тренировочных и соревновательных нагрузок.

В настоящее время одним из самых важных и информативных методов экспресс-оценки функционального состояния различных звеньев вегетативной регуляции и организма в целом является метод анализа variability сердечного ритма (ВСР) (Р.М. Баевский, 1972, 2002; Н.И. Шлык, 1991, 2009; Н.Б. Хаспекова, 1996; А.Н. Флейшман, 1999; Г.В. Рябыкина, 2001; В.М. Михайлов, 2002; Е.А. Гаврилова, 2015 и др.). Интерес к анализу ВСР в России и во всем мире возрастает, и это свидетельствует о том, что он действительно позволяет получать важную информацию о функциональном состоянии и регуляторно-адаптивных возможностях организма. Имеется огромное количество публикаций по практическому применению ВСР в различных областях медицины, физиологии и спорте. Однако, использование разных методических подходов, разных стандартов, приборов и компьютерных программ, усреднение полученных результатов анализа ВСР без учета индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции приводят к разночтению в трактовке результатов изучаемых процессов о состоянии регуляторных систем и в, конечном итоге, дискредитации самого метода. В двух ранее изданных монографиях и ряде статей мы делимся многолетним опытом практического применения анализа ВСР с использованием аппарата «Варикард-2.51» и программы «Иским-6»¹. Результаты многочисленных исследований ВСР у дошкольников, школьников и спортсменов разного возраста выявили наличие большого разброса временных и частотных показателей ВСР в каждой возрастной группе, отражающих четко выраженные индивидуальные (типологические) особенности регуляции сердечного ритма. У одних детей показатели ВСР отражают преобладание центрального контура регуляции, у других – автономного контура. При динамических исследованиях ВСР у одних и тех же детей индивидуальные особенности ВСР сохраняются. Следовательно,

¹ Программа «Иским-6» разработана в Институте Внедрения Новых Медицинских Технологий «Рамена», применяются в космических исследованиях и на сегодняшний день является наиболее точной при анализе ВСР.

представление о норме ВСР как среднестатистическом показателе не должно устраивать физиологов и клиницистов ввиду наличия индивидуальных особенностей ВСР.

Методика применения ВСР. На основании многолетних исследований ВСР, используя современное учение о вегетативной регуляции физиологических функций и представление о двухконтурной модели управления сердечным ритмом [1, 2], нами предложена новая классификация оценки преобладающего типа регуляции [13, 14]. Взяв за основу классификации не отделы вегетативной нервной системы (симпатический и парасимпатический) как общепринято, а автономный и центральный контуры управления физиологическими функциями, тем самым подчеркивается участие в процессах вегетативной регуляции многих звеньев единой регуляторной системы. Было выделено четыре преобладающих типа вегетативной регуляции: два с преобладанием центрального контура регуляции (умеренным – I тип и выраженным – II тип) и два с преобладанием автономного контура регуляции (умеренным – III тип и выраженным – IV тип). Это, по существу, системный подход к рассмотрению сложнейшего механизма регуляции физиологических функций, о котором можно судить по данным анализа ВСР. Классические представления о том, что ВСР связана лишь с тоническим влиянием нервной системы, должны быть подвергнуты коррекции в соответствии с фактами о том, что становление ВСР связано с включением надсегментарных структур. Это открывает новые возможности для анализа природы ВСР [10].

Согласно нашим исследованиям, важными критериями для экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции по данным анализа ВСР явились показатели SI и VLF. SI - отражает степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными), а компонент VLF спектра ВСР характеризует активность симпатического отдела ВНС, а также отражает влияние надсегментарного уровня регуляции, психоэмоционального и функционального состояния коры головного мозга, и является чувствительным индикатором управления энерго-метаболическими процессами, хорошо отражает энергодефицитные состояния [12]. Исходя из результатов исследований ВСР этот показатель в норме в состоянии покоя менее подвержен колебаниям по сравнению с другими составляющими спектра (HF и LF). Умеренному преобладанию центрального контура регуляции (I тип) соответствовали значения $SI > 100$ усл. ед., $VLF > 240$ мс², выраженному преобладанию центрального контура регуляции (II тип) - $SI > 100$ усл. ед., $VLF < 240$ мс², умеренному преобладанию автономного контура регуляции (III тип) - $SI < 70$ усл. ед., $VLF > 240$ мс², выраженному преобладанию автономного контура регуляции (IV тип) - $SI < 20$ усл. ед., $VLF > 240$ мс², 8000 мс² $< TP < 12000$ мс². Резкое уменьшение $SI < 10$ усл. ед. и резкое увеличение TP (мс²) требует серьезного анализа ЭКГ и консультации кардиолога. Обязательным условием для оценки ВСР при выраженном преобладании автономного контура регуляции является наличие синусового ритма [4, 5, 7, 10].

Целесообразность использования показателей SI и VLF для экспресс-оценки индивидуально-типологических особенностей ВСР и текущего функционального состояния регуляторных систем у здоровых людей и спортсменов подтвердили в своих работах многие исследователи при использовании аппарата «Варикард-2.51» и программы «Иским-6»². При этом учет остальных временных и спектральных показателей ВСР строго обязателен. Физиологическое обоснование каждого из показателей временного анализа ВСР (MxDMn, D, SI) и частотного анализа ВСР (HF, LF, VLF, HF%, LF%, VLF%), применяемых в нашей работе, подробно изложены в соответствующей литературе [5]. Интерпретация этих показателей основана на современных представлениях о

² Необходимо подчеркнуть, что программа «Иским-6» позволяет получать информацию об амплитуде VLF волн спектра ВСР, без суммирования их с минимальной частью ультранизкочастотных колебаний (ULF).

вегетативной регуляции сердца, участие в ней симпатического и парасимпатического отделов, подкоркового сердечно-сосудистого центра и более высоких уровней управления физиологическими функциями [1, 2, 3, 5, 12].

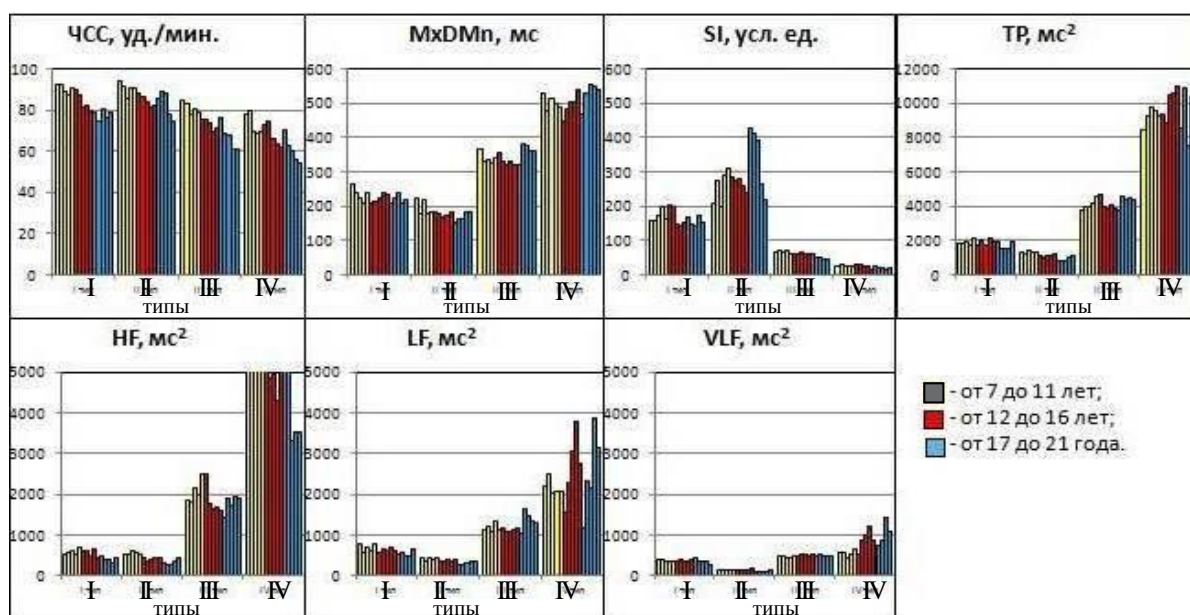


Рис. 1. Возрастные аспекты показателей ВСР с учетом преобладающего типа регуляции.

На рис. 1 представлены данные анализа ВСР у лиц разного возраста с учетом преобладающего типа регуляции. Согласно данным рисунка в каждой возрастной группе независимо от гендерных особенностей выделены все четыре типа регуляции с достоверными количественно-качественными различиями в показателях ВСР, характеризующих разный уровень вегетативного гомеостаза и регуляторно-адаптивных возможностей организма.

Согласно физиологической целесообразности, наиболее благоприятным является тип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип), так как именно управляемая саморегуляция позволяет достигнуть оптимального состояния без перенапряжения системы.

Анализ ВСР выявил, что при с III типе регуляции независимо от возраста, по сравнению с испытуемыми I и II типов, достоверно больше длительность R-R и разброс MxDMn кардиоинтервалов, меньше SI, умеренно выражена суммарная мощность TP спектра и его волновая структура (HF, LF, VLF, ULF) и умеренное преобладание абсолютных и относительных значений HF% над LF% волнами, что свидетельствует об оптимальном взаимодействии между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и центральными структурами регуляции сердечного ритма.

Подобное состояние ВСР можно принять за физиологическую норму в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма. Предположение о наличии физиологической «нормы» ВСР у лиц с умеренным преобладанием автономной регуляции подтверждают многочисленные данные анализа ВСР у здоровых спортсменов (10-22 лет). У этих спортсменов независимо от возраста и гендерных особенностей выявлены более высокие функциональные и регуляторно-адаптивные возможности организма, по сравнению со сверстниками с преобладанием центрального контура регуляции. Для спортсменов с III типом регуляции в основном характерны гипо- и эукинетический типы кровообращения, а для спортсменов I и II типов – гиперкинетический [6, 13]. Речь идет о том, что для занятий спортом необходимо отбирать лиц с III типом регуляции, то

есть с нормальным уровнем функционирования синусового узла. Работа синусового узла является отражением работы регуляторных систем организма в ответ на изменения внешней и внутренней среды. Из этого следует, что лица с III типом регуляции имеют готовую физиологическую «платформу» для занятий спортом [14, 20, 22].

Согласно данным рис. 1. при I и II типах регуляции по сравнению с III типом имеется малый разброс кардиоинтервалов (MxDMn), большие значения SI, малая суммарная мощность спектра TP и ее составляющих (HF, LF, VLF). При выраженном преобладании центрального контура регуляции (II тип) в отличие от I типа имеется более низкий диапазон значений MxDMn, TP, HF, LF и особенно VLF ($<240 \text{ мс}^2$) и высокие показатели SI. Это говорит о том, что включение в процесс управления центрального контура регуляции (I и II типы) дестабилизирует управляемую систему (организм), особенно когда выраженная высокая активность центрального контура (II тип) полностью подавляет процессы саморегуляции [15].

Повышенную симпатическую активность можно объяснить и замедленным созреванием блуждающего нерва (гиповаготония), что сопровождается высоким уровнем катехоламинов в крови, приводящих к вегетативному дисбалансу. Наследственный фактор так же во многом определяет особенности структуры гипоталамуса и других образований. Психоэмоциональное напряжение нарушает функционирование лимбико-ретикулярного аппарата, где находятся психические и вегетативные центры.

Устойчивое преобладание центрального контура регуляции у школьников и юных спортсменов может быть следствием повышенной нервно-эмоциональной нагрузки в школе и дома, личностных особенностей, гипокинезии или повышенных тренировочных нагрузок и многих других факторов, которые вызывают постоянную активизацию стрессовых механизмов.

Длительное напряжение центральных механизмов приводит к истощению процессов регуляции и управления, так как при этом адаптационная деятельность осуществляется на пределе возможностей растущего организма и сопровождается развитием определенных нарушений интегративной деятельности вегетативной нервной системы.

Таким образом, школьников и юных спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции (II тип) можно отнести к «группе риска». Подобное состояние регуляторных систем может служить маркером донозологических состояний, перенапряжения и переутомления (см. рис.2.). Установлено, что с увеличением возраста увеличивается количество школьников со II типом регуляции [15].

Представленный анализ ВСР показывает, что выявленные типы регуляции различаются по вегетативному балансу не зависимо от возраста.

Важно понять, что усреднение показателей ВСР у исследуемых с разными преобладающими типами регуляции недопустимо. Подобный подход ведет к ложной интерпретации полученных результатов ВСР [13, 14].

Ранее проведенными нами исследованиями ВСР у детей от 2 до 6 лет установлено, что на первых этапах развития человека ведущую роль играет скорость созревания регуляторных систем. Сформировавшийся к данному возрасту тип вегетативной регуляции (центральный или автономный) определяет почти все проявления жизнедеятельности ребёнка. Определение преобладающего типа регуляции позволяет прогнозировать регуляторно-адаптивные возможности организма и управлять динамическим здоровьем. Невозможна правильная интерпретация функционального состояния организма в конкретном возрастном периоде без учёта индивидуального типа регуляции [13]. Состояние целостного организма определяется оптимальностью управляющих воздействий и их способностью обеспечивать адаптацию организма к условиям среды.

Необходимо учитывать, что тип регуляции меняется при донозологических состояниях, перетренированности, длительных стрессовых ситуациях и других состояниях.

Как показали многолетние динамические исследования ВСР у одних и тех же детей и подростков I и III типы вегетативной регуляции являются генетически детерминированными, а II и IV типы – приобретенными [13, 14].

Исходя из данных таблицы 1 следует, что из 2606 результатов анализа ВСР у спортсменов разных видов спорта часто встречается выраженное преобладание автономного (IV тип) или центрального (II тип) контуров регуляции. Это говорит о том, что у каждого спортсмена свой индивидуальный резерв регуляторно-адаптивных возможностей организма, по которому можно ориентироваться при оценке уровня здоровья и функциональной готовности к выполнению тренировочных нагрузок.

Таблица 1

Результаты исследования ВСР у спортсменов в зависимости от преобладающего типа регуляции (в %)

	I тип	II тип	III тип	IV тип	Всего (иссл.)
Баскетбол	21,2 %	30,3 %	30,3 %	18,2 %	33
Биатлон	1,1 %	15,7 %	47,0 %	36,2 %	268
Волейбол	10,3 %	34,5 %	37,9 %	17,2 %	58
Гандбол	7,1 %	37,4 %	35,2 %	20,3 %	182
Лыжи	5,8 %	41,1 %	33,6 %	19,4 %	360
Плавание	14,7 %	32,4 %	39,7 %	13,2 %	68
Л/а (спринт)	5,6 %	33,9 %	41,4 %	19,1 %	782
Л/а (стаеры)	7,6 %	26,1 %	45,6 %	20,7 %	643
Футбол	5,5 %	19,8 %	51,6 %	23,1 %	91
Сп. ходьба	8,5 %	38,3 %	40,4 %	12,8 %	47
Полиатлон, триатлон	5,4 %	54,1 %	36,5 %	4,1 %	74
Всего	6,4 %	31,4 %	41,4 %	20,8 %	2606

На рис. 2 приведены данные ежемесячных исследований ВСР у двух спортсменов с разными типами регуляции. На рисунке видно, что в течение 15 месяцев регулярных исследований у каждого спортсмена сохраняется индивидуальный «портрет» ВСР.

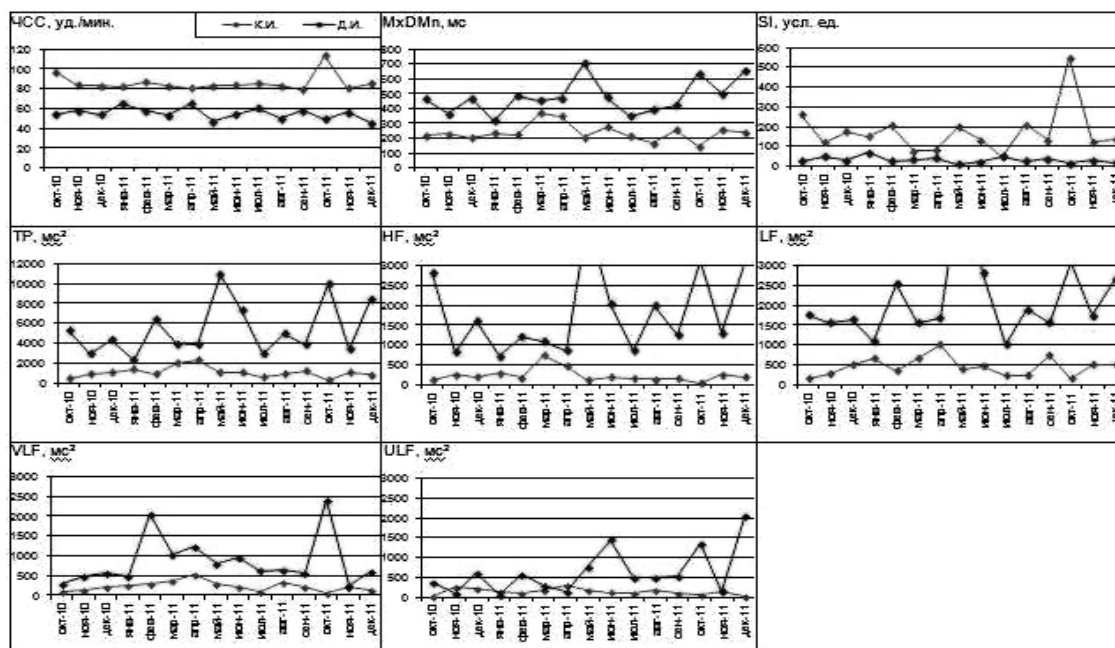


Рис. 2. Различия в индивидуальных вегетативных «портретах» у исследуемых К.И. (II тип) и Д.И. (III тип) в течение 15 месяцев по данным анализа ВСР.

Установлено, что для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы организм с преобладанием центрального контура регуляции затрачивает постоянно больше усилий, нежели с преобладанием автономного контура регуляции. Динамические исследования ВСР показали, что лица со II типом регуляции существенно отстают от сверстников с III типом по качеству регулирования кровообращения [14, 18, 19]. Эти исследования еще раз подчеркивают, что функциональные и адаптационно-резервные возможности организма индивидуальны и реализуются разным включением регуляторных систем, что позволяет прогнозировать эти возможности и управлять динамическим уровнем здоровья [1, 2, 13, 14].

При сравнении показателей ВСР у лиц IV типа и I, II и III типов регуляции выявлено, что при IV типе регуляции имеются самые большие значения R-R, MxDMn кардиоинтервалов, pNN50 и самые низкие показатели SI. У них наряду с очень низкими показателями SI, регистрируются самые высокие значения суммарной мощности спектра (TP) и ее составляющих HF, LF, VLF волн (см. рис. 1). При анализе ВСР выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) чаще встречается у юных спортсменов при форсированных физических нагрузках. Увеличение R-R и разброса кардиоинтервалов (MxDMn), резкое снижение SI и наряду с этим существенное увеличение значений TP, HF, LF, VLF, HF% и ULF указывают на выраженное утомление [18, 19].

Выявляемая высокая частота аритмий при выраженном преобладании автономного контура регуляции (IV тип), в частности, многофокусный ритм, синдром слабости синусового узла и др. влияет на интерпретацию спектральных показателей ВСР [13, 14].

Выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) у юных спортсменов свидетельствует об ускоренном, нерациональном пути повышения адаптации сердца и его перенапряжении [16].

Показано, что выраженная брадикардия и повышенный тонус блуждающего нерва, способные развиваться как следствие продолжительного поддержания хорошей физической формы, могут повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки [18, 20]. Поэтому постоянно выраженное преобладание автономного контура регуляции (IV тип) может носить патологический характер и может быть

связано с различными нарушениями сердечного ритма, хорошо заметными при визуальной оценке кардиоритмограммы и скаттерограммы ВСР и ЭКГ (см. рис. 3, 4, 5, 6).

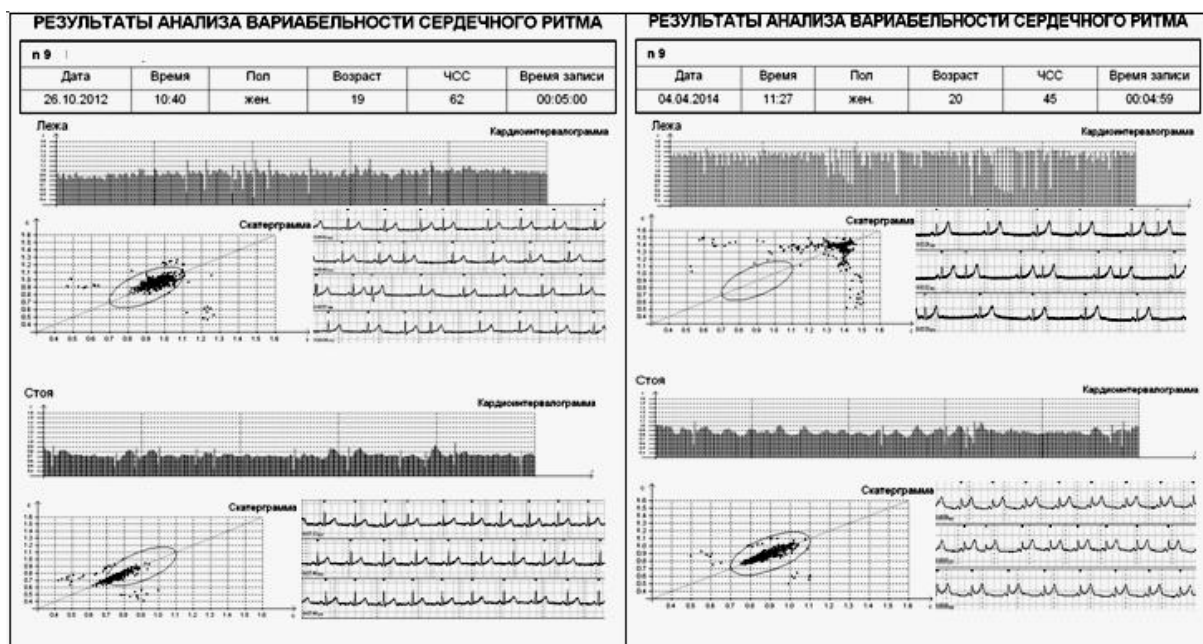


Рис. 3. Результаты анализа ВСР в разные периоды тренировочного процесса биатлонистки В.В. (КМС).

Таблица 2

Показатели ВСР у перетренированного биатлониста Р.Ф. в покое и ортостазе утром перед тренировкой (IV патологический тип)

Дата	ЧСС, уд/мин		MxDM, мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
26.02	57	71	572	453	15	28	18829	8618	4432	1040	12990	5174	400	1933	1007	470

*-выделенные показатели указывают на отклонения от нормы

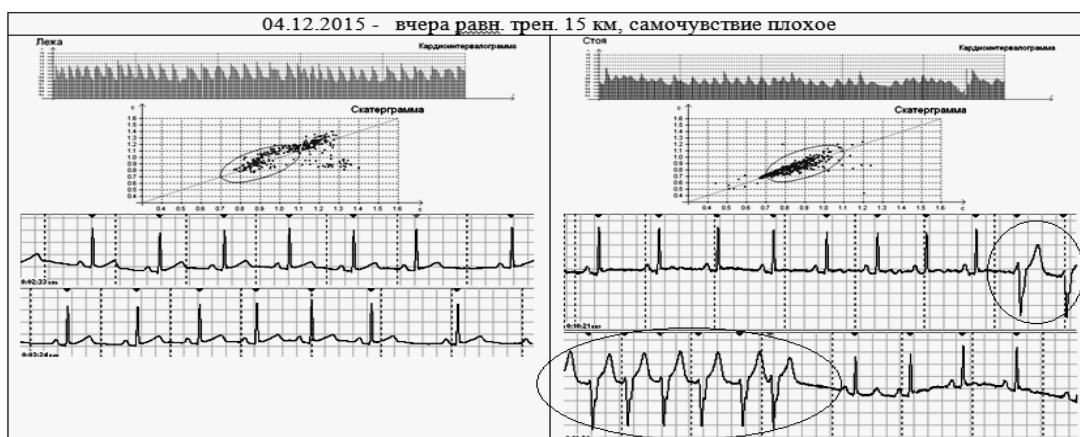


Рис. 4. Особенности кардиоритмограммы, скаттерграммы ВСР и изменения на ЭКГ в покое и ортостазе у перетренированного биатлониста Р.Ф.

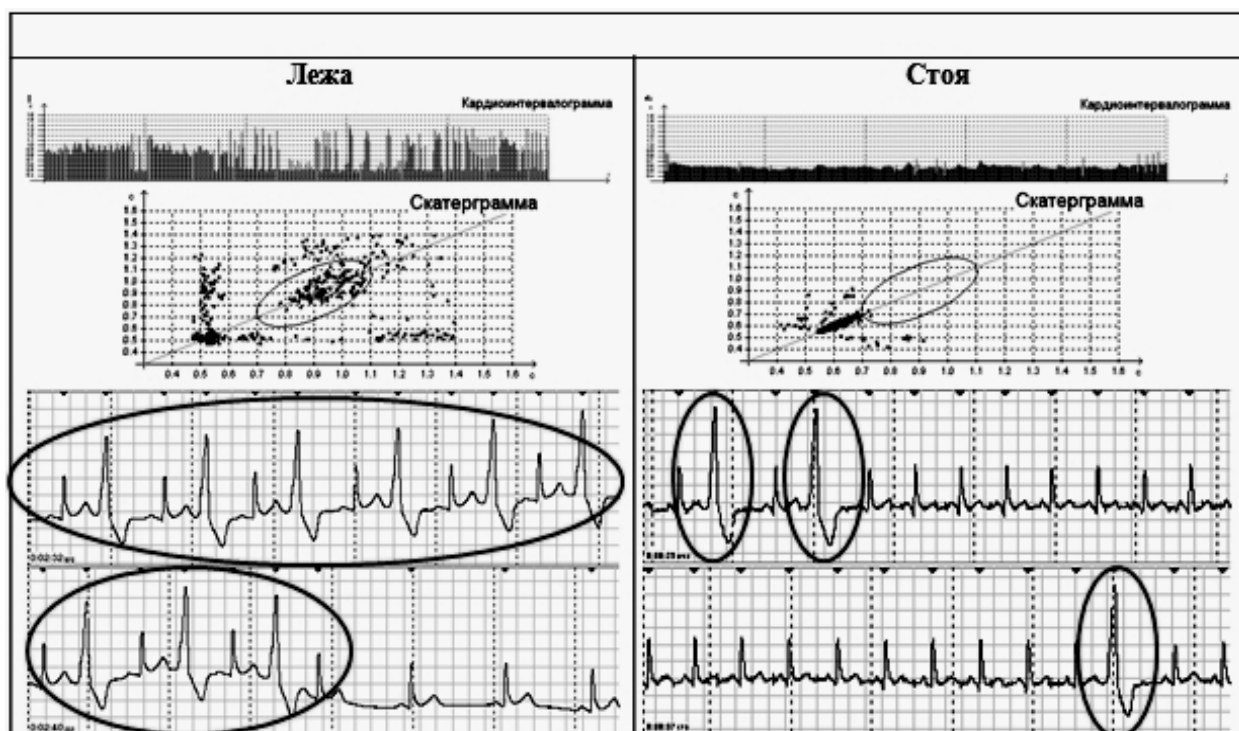


Рис. 5. Кардиоритмограмма, скатерграмма ВСР и ЭКГ у перетренированного биатлониста Г.М. (МС).

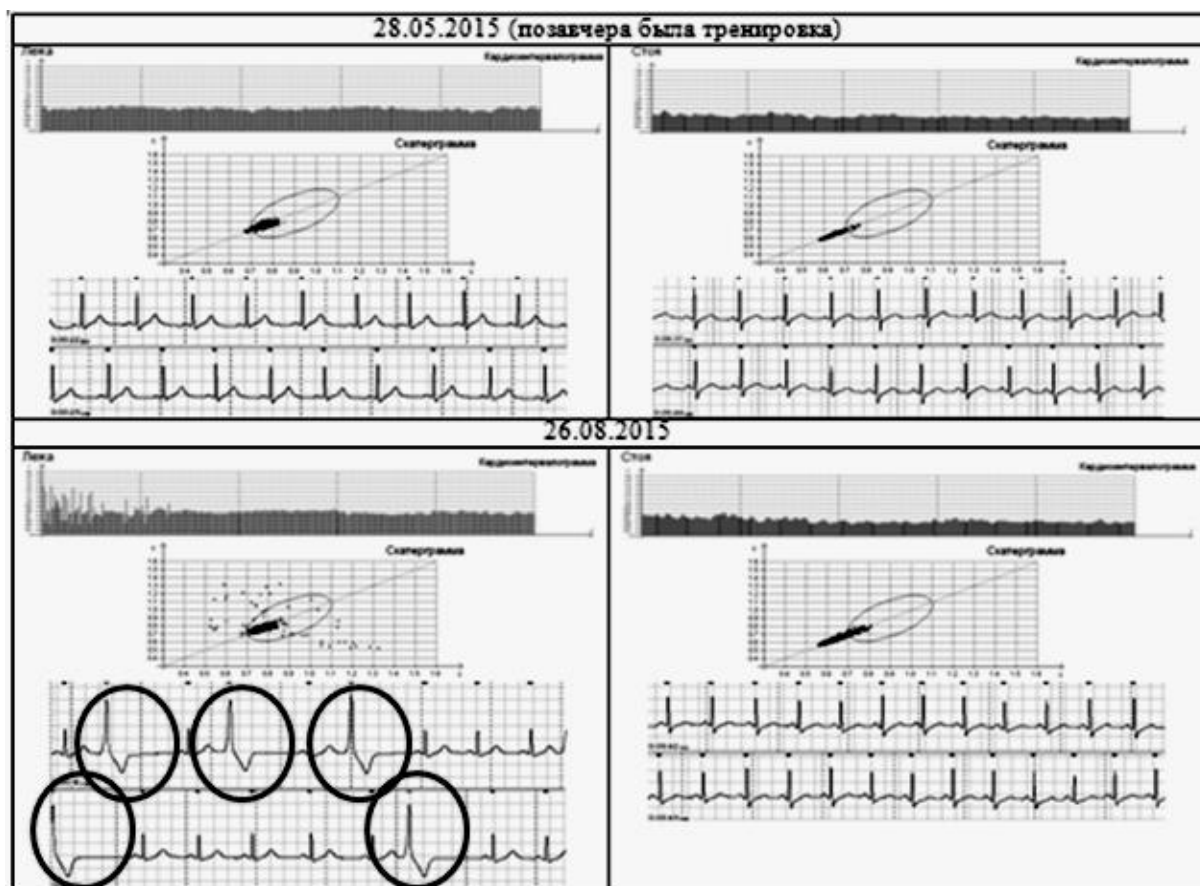


Рис. 6. Данные кардиоинтервалограмм, скатерграмм ВСР и ЭКГ у перетренированного хоккеиста Н.Е. (15 лет).

Экспресс-оценка ВСР даже без анализа ЭКГ позволяет определить нарушения ритма сердца и вовремя направить спортсмена к специалистам. Как показывает практика, при использовании метода анализа ВСР, особенно с ортопробой, у спортсменов нарушения сердечного ритма выявляются чаще спортивными физиологами, чем их обнаруживают врачи на коротких записях ЭКГ при проведении УМО.

Установлено, что типы регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но и по вегетативной реактивности организма, которую определяют по ортостатическому тестированию.

При анализе ВСР в положении лежа определяется вегетативный баланс, а при переходе в положение стоя выявляется качество вегетативной реактивности, по которой можно судить о регуляторно-адаптивных возможностях организма спортсмена. Согласно представленным данным ВСР на рис. 7, характер реакции на ортостаз в первую очередь зависит от преобладающего типа регуляции, а не от вида спорта. Оптимальный вариант реакции в ответ на ортостаз характерен в основном для III типа регуляции, когда умеренно изменяются показатели ВСР, увеличиваются ЧСС и SI, снижаются значения MxDMn, HF, HF%, LF, VLF и увеличивается относительный показатель LF%. В остальных случаях, первый и второй варианты реакции носят парадоксальный характер (увеличиваются MxDMn, TP, LF, VLF вместо снижения, уменьшается SI вместо увеличения), а четвертый вариант соответствует гиперреакции. Неблагоприятные варианты реакции на ортостаз чаще выявляются при различных нарушениях вегетативного баланса, выраженном утомлении, перетренированности и донозологических состояниях.

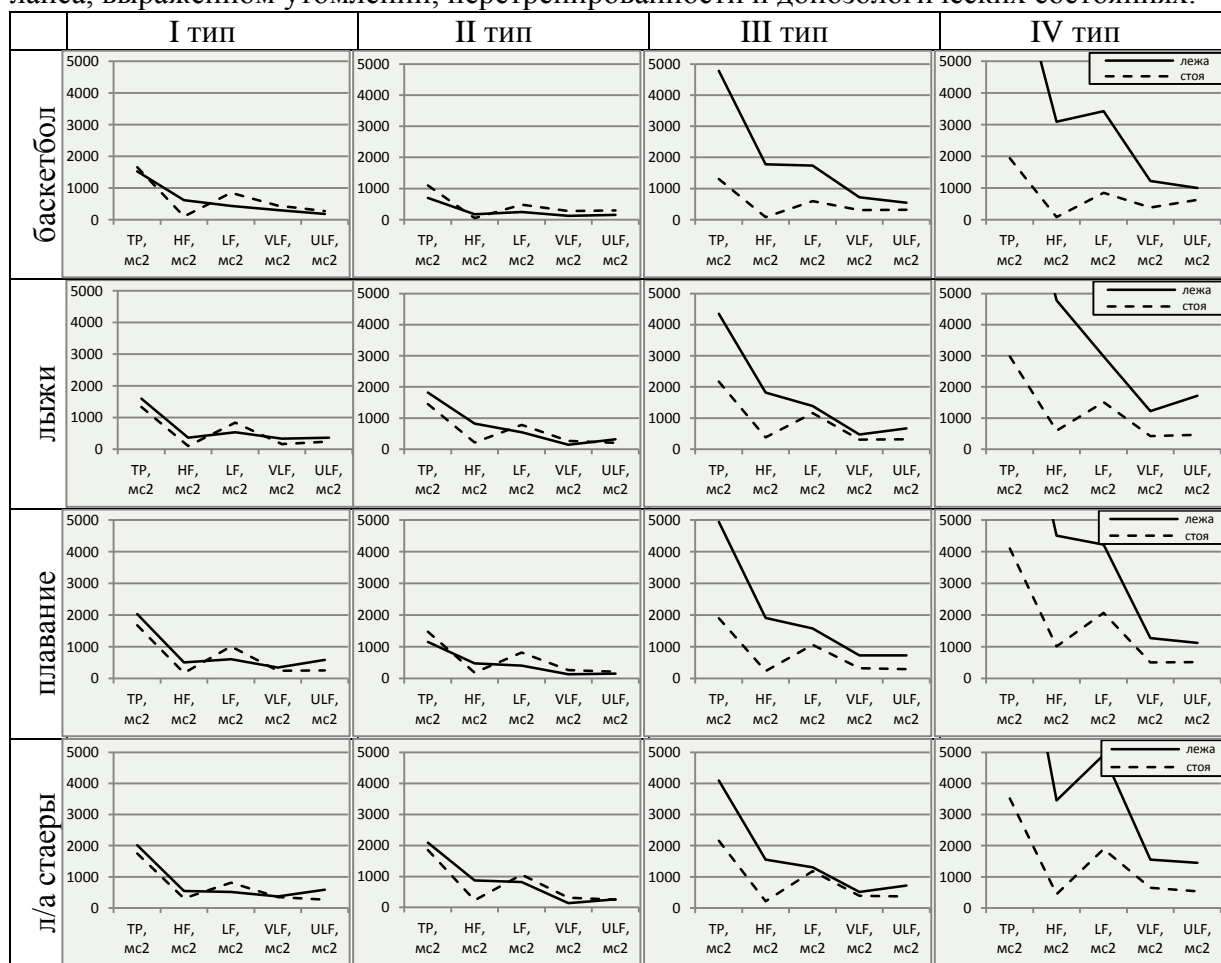


Рис. 7. Варианты реакции на ортостаз в зависимости от преобладающего типа вегетативной регуляции у спортсменов разных видов спорта.

При этом важно обращать внимание на исходное значение VLF. Нами установлено: чем меньше исходный показатель очень низкочастотных волн (VLF), тем больше напряжение регуляторных систем и более выражена парадоксальная вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие (см. рис. 8).

Важно подчеркнуть, что при исходном значении $VLF > 240 \text{ мс}^2$ реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие носит оптимальный характер (увеличивается ЧСС, SI, уменьшаются показатели $MxDMn$, RMSSD, $pNN50$, TP, HF, LF, VLF), а при значении $VLF < 240 \text{ мс}^2$ - парадоксальный (увеличиваются значения $MxDMn$, RMSSD, $pNN50$, SDNN, TP, LF, VLF вместо уменьшения и снижаются показатели AMo и SI вместо увеличения) (рис. 8).

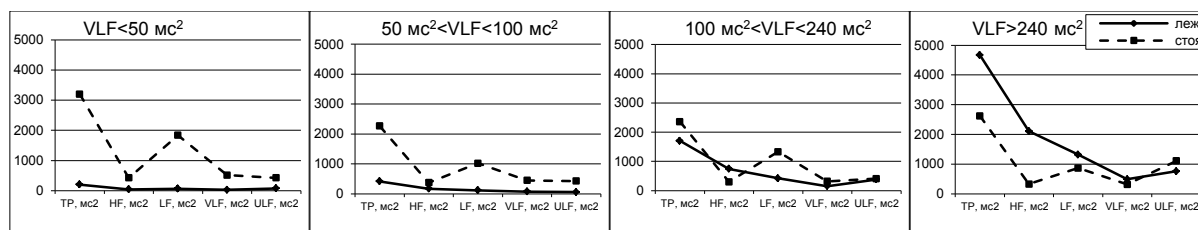


Рис. 8. Особенности вегетативной реактивности при ортостатической пробе при разных исходных значениях VLF мс^2 .

У спортсменов с преобладанием центрального контура регуляции (I и II тип) в основном встречаются парадоксальные варианты реакции, когда происходит незначительное снижение или увеличение разброса кардиоинтервалов ($MxDMn$), выраженное увеличение SI, снижение суммарной мощности дыхательных (HF) и увеличение вазомоторных (LF) и очень низкочастотных (VLF) волн. Чем более выражено напряжение центральных структур регуляции (II тип), тем больше при ортостазе увеличивается SI и показатели спектра LF и VLF волн.

Данные анализа BCP у юных спортсменов с III и IV типами регуляции носят иной характер вегетативной реактивности на ортостаз по сравнению со спортсменами с преобладанием центрального контура регуляции (см. рис. 7).

У них в ответ на ортостаз, уменьшаются временные показатели BCP R-R, $MxDMn$ и умеренно увеличивается SI, снижаются абсолютные показатели спектра BCP HF, LF, VLF при увеличении относительных значений LF%, VLF%. Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных и регуляторно-адаптивных возможностях организма. У спортсменов с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (IV тип) вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие более выражена. Этот вариант реакции в основном характерен для высокотренированных спортсменов или перетренированных, но с иной трактовкой результатов. У последних она должна рассматриваться как гиперреакция и чаще она выражается в аритмическом варианте. В этом случае нужно говорить о нарушении работы синусового узла.

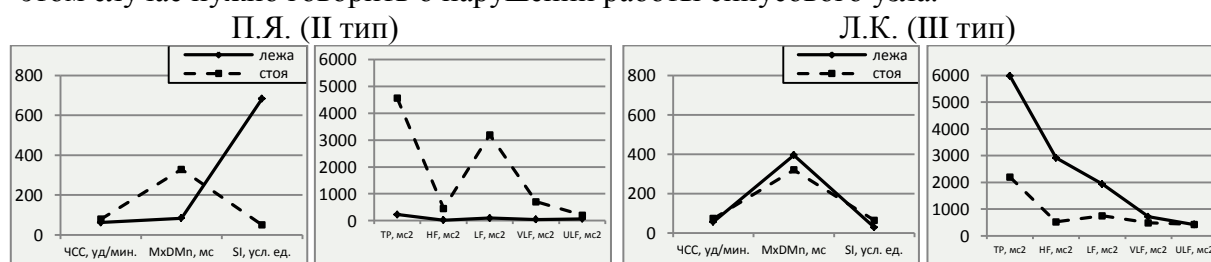


Рис. 9. Реакция BCP на ортостаз у биатлонисток П.Я. и Л.К. 15-ти лет с разными типами вегетативной регуляции.

Таким образом, анализ ВСР выявил, что в зависимости от типа регуляции реакция дыхательных (HF), вазомоторных (LF) и эрготропных надсегментарных (VLF) центров на ортостатическое воздействие количественно и качественно различна. Особенно важен динамический контроль за состоянием регуляторных систем у юных спортсменов.

На рис. 9 представлены особенности вегетативной реактивности организма у юных спортсменов в зависимости от преобладающего типа регуляции. У спортсменки П.Я. выявлено резкое преобладание центрального контура регуляции (II тип) (малые значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF, при резко выраженном увеличении SI). Важно отметить, что выраженное включение в процесс управления центрального контура регуляции у этой спортсменки почему-то не корректируется со стороны автономной регуляции, призванной восстанавливать и сохранять гомеостаз. Подобное состояние регуляторных систем не способно обеспечить нормальный вегетативный баланс, что указывает на развитие дизадаптации. При невыраженной реакции ЧСС (17 уд./мин.) в ответ на ортостаз отмечается резко выраженная парадоксальная реактивность (резко возрастают значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF вместо уменьшения, и резко снижается SI вместо увеличения), что свидетельствует о низкой функциональной готовности организма к выполнению тренировочных нагрузок. В этом случае требуется вмешательство врача и коррекция нагрузок.

Вторая спортсменка Л. К. с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип) в покое лежа имеет оптимальную реакцию на ортостаз. Что говорит о хорошей функциональной готовности организма к дальнейшим тренировочным и соревновательным нагрузкам и подтверждается хорошими спортивными результатами в отличие от предыдущей спортсменки.

Многочисленные данные анализа ВСР у спортсменов показывают, что регуляторные системы под влиянием систематических оптимальных физических нагрузок способны к совершенствованию, чрезмерные нагрузки ведут к поломкам в системе управления и переходу с благоприятного типа регуляции на дизрегуляторный.

Регулярный экспресс-анализ ВСР у спортсменов перед каждой тренировкой дает важную информацию о восстановлении организма, тем самым помогая тренеру управлять тренировочным процессом и своевременно его корректировать. Особенно необходимо применять экспресс-анализ ВСР при двухразовых тренировках в день. Так, проведенный нами анализ ВСР у четырнадцати юных единоборцев через четыре часа после первой тренировки в покое и ортостазе выявил разную степень восстановления и вегетативной реактивности кардиорегуляторных систем. Только четыре спортсмена из четырнадцати имели быстрое восстановление и оптимальную реакцию на ортостаз. У остальных десяти спортсменов выявлены в разной степени дизрегуляторные проявления в покое и ухудшение вегетативной реактивности при ортостазе.

Таблица 3

Результаты экспресс-анализа ВСР у юных единоборцев лежа и стоя через четыре часа после первой тренировки

	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
В.А. 16 лет	81	119	127	68	523	2813	476	174	99	11	262	78	62	65	54	20
К.А. 16 лет	57	73	140	274	284	100	1698	2879	665	374	646	1535	238	511	149	458

*выделены значения ВСР, имеющие отклонения от нормы

В табл. 3 приведены примеры экспресс-анализа ВСР у двух единоборцев с выраженным напряжением центрального контура регуляции через четыре часа после тренировки. У спортсменов в покое выявляется разная исходная ЧСС, высокий SI и малые значения MxDMn, TP, HF, LF и VLF (<240 мс²). При этом они имеют разную вегетативную реактивность при переходе в ортостаз. Первый спортсмен реагирует снижением значений MxDMn, TP, HF, LF, VLF и резким увеличением SI, а другой наоборот – уменьшением SI и резким увеличением TP, HF, LF, VLF. У первого спортсмена при ортостазе еще больше включаются центральные структуры управления сердечным ритмом, а у второго – автономные. Согласно этим результатам анализа ВСР у обоих спортсменов затянута восстановление организма и им не показана вторая тренировка, а требуется отдых и коррекция физических нагрузок с учетом повторных результатов анализа ВСР утром следующего дня.

В табл.4 и рис.10 представлены данные анализа ВСР у перетренированной спортсменки утром до начала первой тренировки. По результатам анализа ВСР у спортсменки имеется резкое напряжение центрального контура регуляции и гиперреакция на ортостаз, что указывает на необходимость консультации врача и проведения восстановительных мероприятий.

Таблица 4

Показатели ВСР у биатлонистки Д. (19 лет) утром до начала предстоящей тренировки (09.06.15г.)

ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
69	123	331	81	54	1877	4389	96	3396	4	546	25	145	18	302	49

* выделенные показатели указывают на отклонение от нормы

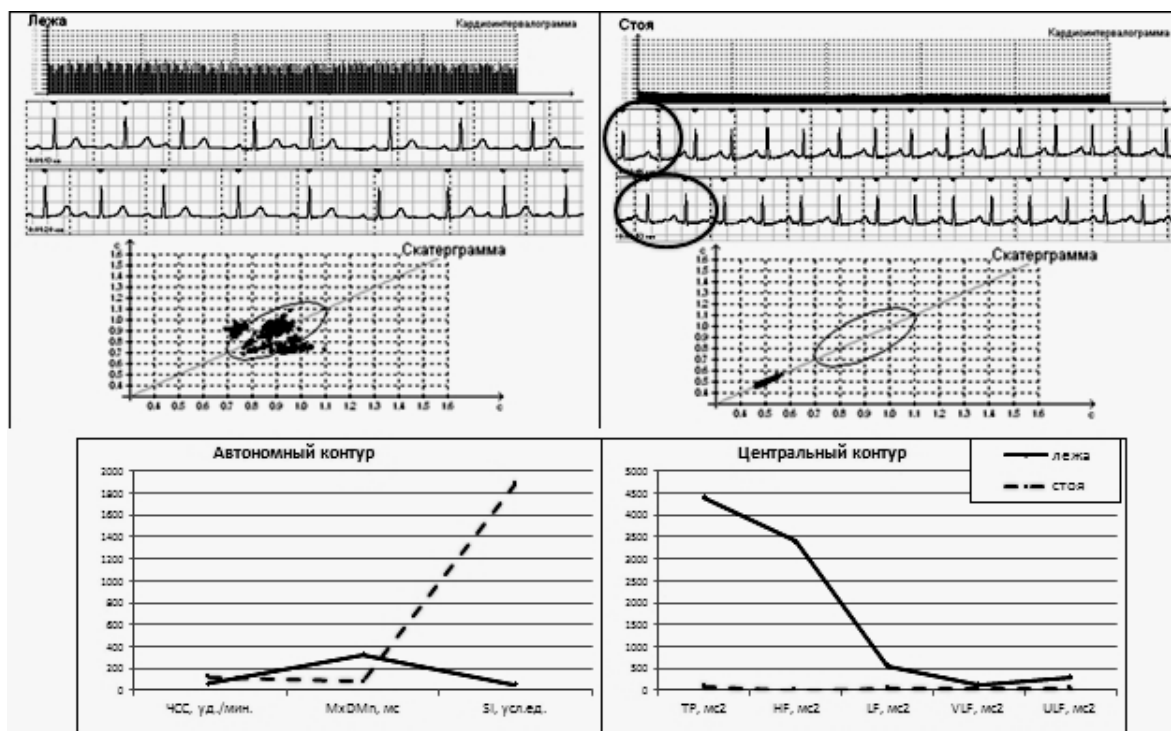


Рис. 10. Вариабельность сердечного ритма и ЭКГ у биатлонистки (19 лет) в покое и ортостазе утром и до предстоящей тренировки.

Представленный анализ ВСР у трех спортсменок в таблице 5 и рисунке 1 показывает, что после предыдущего тренировочного дня они различаются между собой по уровню вегетативного гомеостаза, вегетативной реактивности на ортостаз и уровню восстановления. Исходя из данных анализа ВСР, только биатлонистка (Л.) имеет оптимальный уровень вегетативного баланса в покое (III тип) и нормальную реакцию на ортостатическую пробу, что говорит о хорошем восстановлении и функциональной готовности организма к выполнению нового объема тренировочных нагрузок. Две другие спортсменки полностью не восстановились, и особенно биатлонистка М. Она имеет выраженное преобладание центрального контура регуляции в покое (II тип) и парадоксальную реакцию на ортостаз (увеличение показателей MxDMn, TP, HF, LF, VLF вместо снижения). Важно подчеркнуть, что выраженное включение в процесс управления центральным контуром регуляции у этой спортсменки не поддается коррекции со стороны автономного контура регуляции в результате перетренированности. Обе спортсменки подлежат углублённому медицинскому обследованию (УМО).

Таблица 5

Результаты экспресс-анализа ВСР у спортсменок после предыдущего тренировочного дня (утром)

	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
28.03																
Л.	56	73	395	320	28	64	5979	2197	2915	522	1933	761	712	488	418	425
М.	87	92	230	252	145	163	1919	2539	292	580	779	1059	117	468	731	432
К.	61	78	501	405	19	35	6870	6371	3897	1301	1724	2292	621	927	629	1851

* выделенные показатели ВСР указывают на их парадоксальные значения.

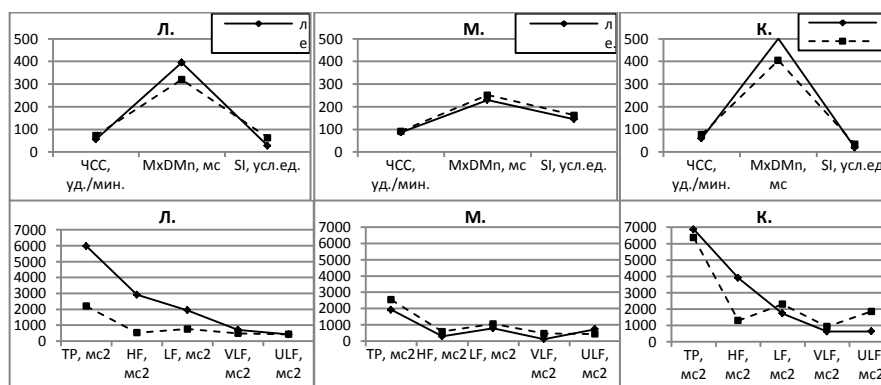


Рис. 11. Данные анализа ВСР у трех биатлонисток 14-ти лет при ортостазе на следующий день после выполнения одинаковых тренировочных нагрузок.

Таким образом, проведение ортостатической пробы при анализе ВСР позволяет более точно определить функциональное состояние и степень перетренированности организма по состоянию недостаточного, избыточного или парадоксального включения вегетативного управления.

Очень важно в тренировочном процессе проведение динамических исследований ВСР, которые позволяют своевременно прогнозировать наступление перетренированности.

Нарушение нейровегетативной регуляции сердца называют одной из причин развития перенапряжения сердца. Показана ведущая роль дисфункций ВНС в развитии дистрофии миокарда вследствие физического перенапряжения у юных спортсменов. Установле-

но, что вегетативная дисрегуляция – ранний признак дистрофии миокарда на фоне хронического физического перенапряжения [6, 7, 8, 11].

При динамических исследованиях ВСР особую тревогу тренера и врача должны вызывать юные спортсмены с постоянно выраженным преобладанием центрального (II тип) или автономного контуров (IV тип) регуляции. Правильно организованный тренировочный процесс не должен приводить к нарушению вегетативной регуляции и ухудшению ее реактивности на тренировочные нагрузки.

Так, в табл. 6 и на рис. 12 представлены динамические исследования ВСР у перетренированной юной биатлонистки 14-ти лет в конце соревновательного сезона и в подготовительном периоде тренировочного процесса. Результаты анализа ВСР показывают на устойчивую избыточную активность центрального контура регуляции в покое (малые значения MxDMn, TP, HF, LF, VLF) и парадоксальные реакции на ортостаз (уменьшение SI или еще большее увеличение, увеличение показателей MxDMn, TP, LF, VLF вместо снижения). Резкое снижение дыхательных и вазомоторных волн у спортсменки указывают на выраженное напряжение регуляторных систем организма. Эти результаты анализа ВСР так же выявляют нарушение электрофизиологических свойств миокарда (изменения на ЭКГ в покое и ортостазе), которые показаны на рисунке 12. Центральные механизмы начинают выражено преобладать, когда автономные перестают оптимально выполнять свои функции.

Таблица 6

Индивидуальный портрет ВСР у перетренированной биатлонистки Л.Е. (14 лет) с постоянно выраженным преобладанием центрального контура регуляции лежа и стоя

Дата	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
10.03.15	74	97	125	158	445	392	443	589	152	98	57	300	144	138	90	52
06.04.15	66	106	157	197	199	225	985	1282	485	87	119	487	169	135	212	574
14.05.15	73	85	132	231	325	131	676	1284	352	211	92	499	87	262	145	311
15.05.15	64	83	156	203	187	178	852	962	514	156	126	545	72	114	140	146
19.05.15	71	95	114	186	403	234	488	1163	220	106	97	791	157	151	14	115
29.05.15	78	115	105	136	509	606	227	1022	107	104	61	623	29	139	28	156
01.06.15	79	116	108	119	649	924	343	819	90	42	60	477	89	231	105	69
03.06.15	76	106	109	135	491	533	429	809	144	64	81	557	141	108	64	81
04.06.15	81	111	133	157	525	371	399	770	69	55	67	408	114	111	150	196
05.06.15	76	110	165	161	290	510	873	532	248	39	173	308	113	80	339	106
06.06.15	74	109	99	152	570	335	333	1285	117	140	118	776	79	266	18	103
07.07.15	78	95	132	172	353	229	377	1321	150	173	59	667	72	253	96	228

*выделены значения показателей ВСР не соответствуют норме

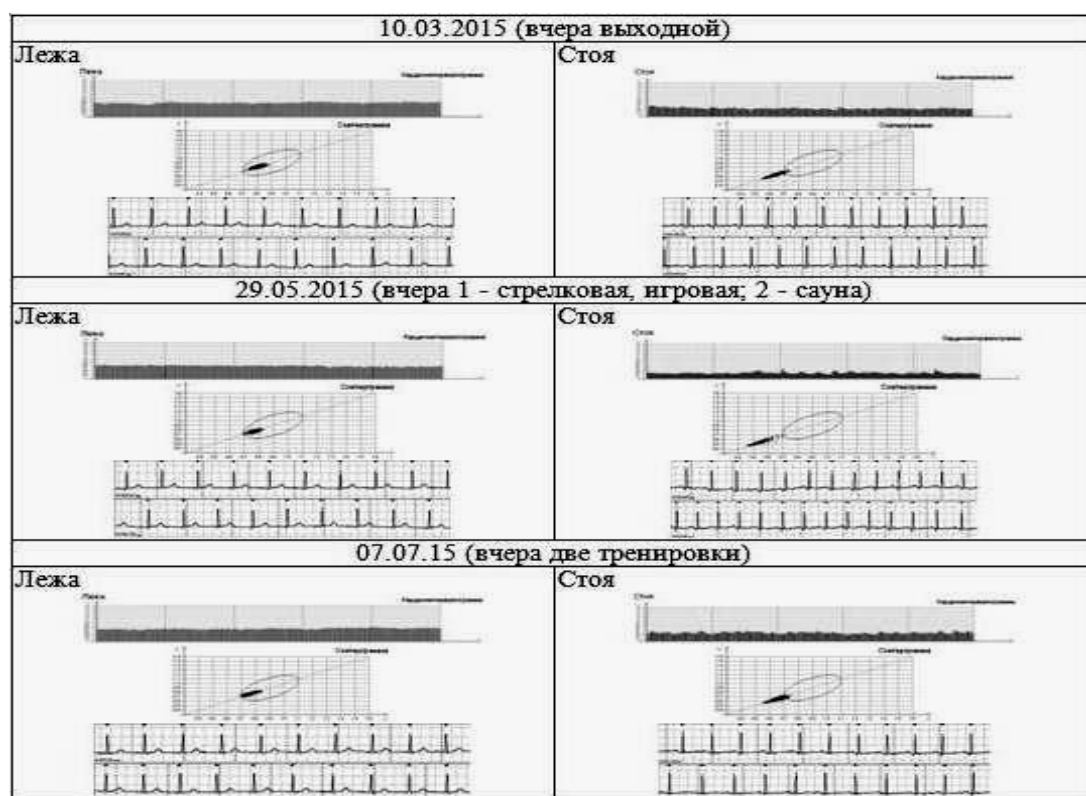


Рис.12. Особенности ритмокардиограмм, скатерграмм и ЭКГ у перетренированной биатлонистки Л.Е. 14-ти лет со II типом регуляции при динамических исследованиях ВСР лежа и стоя.

Выраженное включение в процесс управления центрального контура регуляции у этой спортсменки в течение четырёх месяцев не корректируется со стороны автономной регуляции, призванной восстанавливать и сохранять гомеостаз. Таким образом отсутствие у спортсменов и тренеров четких сведений об индивидуальных границах регуляторно-адаптивных возможностей организма и их игнорирование способствуют перетренированности в результате постоянного недовосстановления. Спортсменка Л.Е. не показывает спортивных результатов. Ее необходимо снять с тренировочного процесса на срок, который определит врач, после проведения УМО и применения соответствующих восстановительных средств.

Таблица 7

Результаты анализа ВСР у перетренированной биатлонистки К.А. (16 лет) с выраженным преобладанием автономной регуляции (IV тип патологический)

Дата	MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
24.03.15	727	210	6	136	21821	2019	1763	121	6791	1104	4582	405	8684	389
04.04.15	713	236	5	116	25545	2375	2999	153	12286	910	5348	370	4912	941
21.05.15	755	267	7	90	15942	2234	2169	239	3950	1532	4391	435	5432	28
16.06.15	676	140	10	372	14644	802	2450	44	6752	333	1101	232	4341	193
22.06.15	788	138	6	409	41485	693	8151	35	20335	365	5308	162	7690	131

*выделенные показатели ВСР в покое указывают на существенные нарушения сердечного ритма

В следующем примере (табл. 7 и рис. 13) приведены данные анализа ВСР и ЭКГ у перетренированной биатлонистки К.А., у которой в течение трех месяцев в покое регистрируется нарастающее преобладание автономного контура регуляции, нарушение ритма в покое и ортостазе и изменения на ЭКГ, что указывает на перенапряжение сердечно-сосудистой системы. Повышенный тонус блуждающего нерва, способный развиться как следствие продолжительного поддержания хорошей физической формы, может повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки [22].

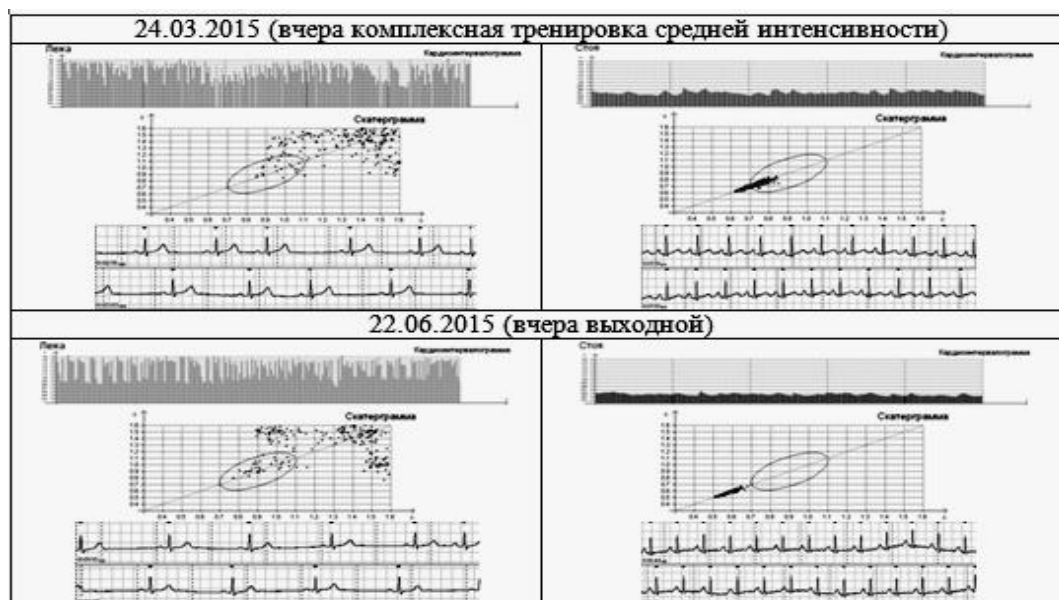


Рис. 13. Данные кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированной биатлонистки К.А. с IV патологическим типом регуляции.

Важно заметить, что тренерами и врачами часто не ведется контроль за восстановлением организма спортсменов после дней отдыха. В табл. 8 и рис. 14 приведены данные анализа ВСР и ЭКГ у перетренированной лыжницы после дней отдыха.

Выраженная брадикардия, неустойчивая регуляция, парадоксальные реакции на ортостаз и изменения на ЭКГ у спортсменки указывают на то, что после дней отдыха спортсменка не восстанавливается. Данные исследований ВСР и ЭКГ говорят о хроническом физическом перенапряжении организма. Нами установлено, что систематические избыточные физические нагрузки могут приводить к формированию устойчивого патологического портрета ВСР. Спортсменка подлежит УМО.

Таблица 8

Вариабельность сердечного ритма и ЭКГ в положениях лежа и стоя у перетренированной лыжницы (14 лет) утром после дней отдыха

Дата	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, мс		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²	
	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя	лежа	стоя
03.07.15	39	47	155	447	424	18	3569	6160	2120	3914	807	1262	261	441	381	543
06.07.15	43	57	505	491	19	19	3605	6644	2106	2675	961	2196	308	819	230	953

*выделенные показатели ВСР характеризуют перенапряжение регуляторных систем и парадоксальные реакции на ортостаз

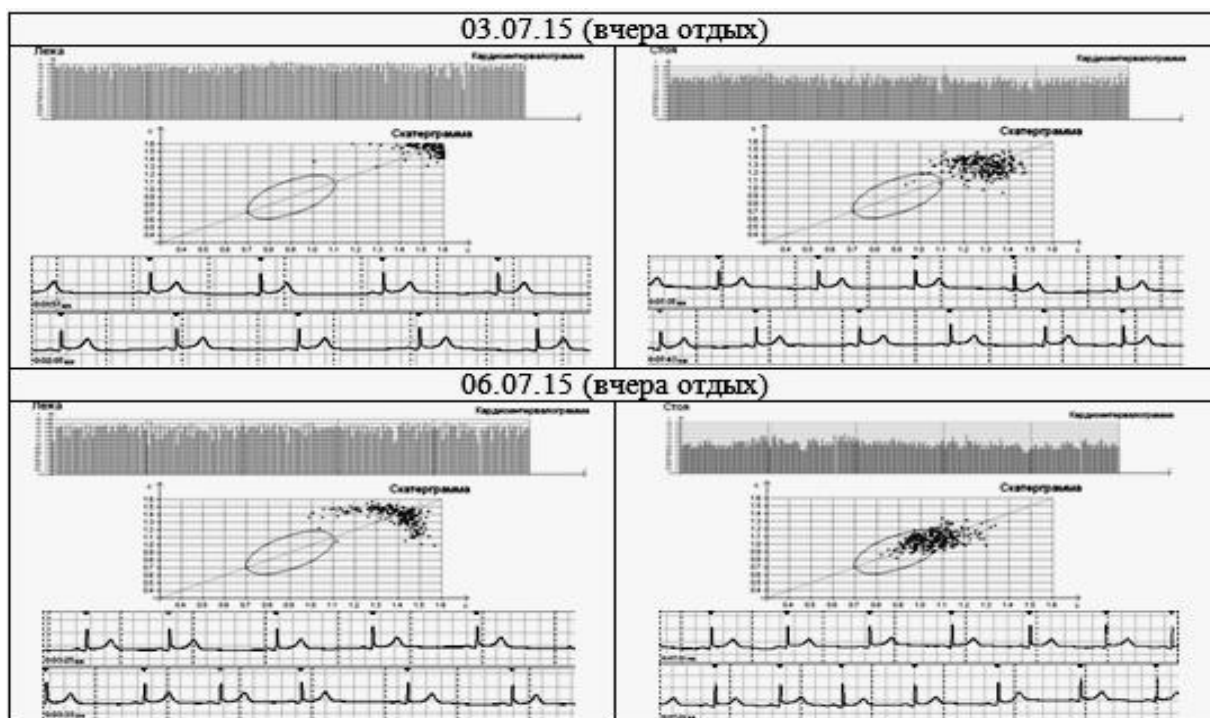


Рис. 14. Результаты кардиоинтервалограммы, скатерграммы ВСР и ЭКГ у перетренированной лыжницы 14 лет после отдыха.

На рис. 15 представлены данные динамических исследований ВСР (индивидуальные портреты регуляции) у двух биатлонистов 14-ти лет, выполняющих одинаковые физические нагрузки, в подготовительном периоде тренировочного процесса. Согласно результатам анализа ВСР показано, что у спортсменов разный уровень вегетативного гомеостаза. У А.Д. в покое преобладают дыхательные волны HF, а у его сверстника М.А. выражены преобладают вазомоторные волны LF.

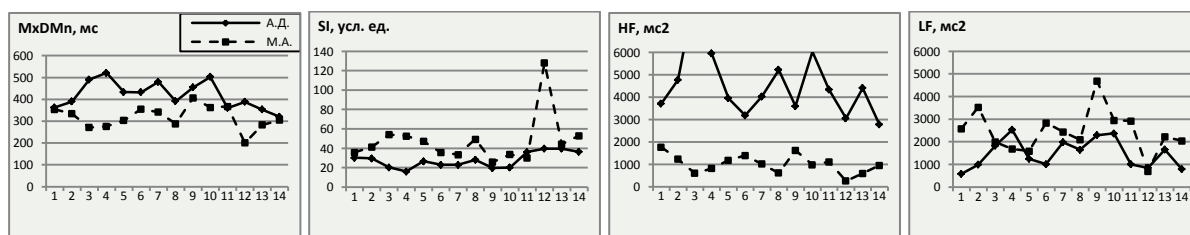


Рис. 15. Сравнение результатов анализа ВСР у двух юных биатлонистов, выполняющие одинаковые тренировочные нагрузки, утром в покое.

Речь идет о разных функциональных и регуляторно-адаптивных возможностях организма спортсменов. У спортсмена А.Д. адаптация к одинаковым нагрузкам осуществляется по автономному типу регуляции, а у М.А. по центральному типу. Следовательно, и объем, и интенсивность планируемых для них тренировочных нагрузок должны быть разные.

Динамический анализ ВСР у этих спортсменов выявил определенную зависимость между типом вегетативной регуляции и успешностью выступления на соревнованиях (см. табл. 9).

Таким образом, согласно данным анализа ВСР можно проследить связь между нарушением вегетативного баланса, ухудшением вегетативной реактивности и низкими спортивными результатами на соревнованиях.

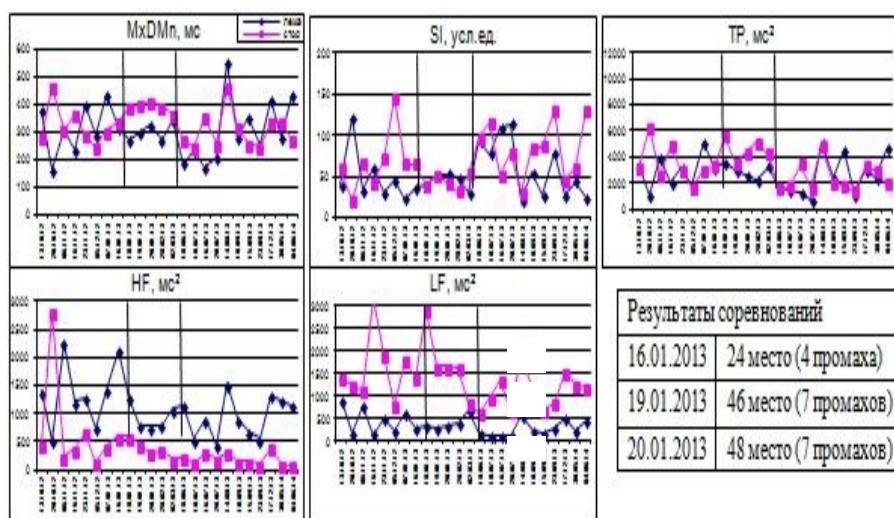
Таблица 9

Результаты выступлений биатлонистов М.А. и Д.А. на региональных и всероссийских соревнованиях

Спортсмены		август	сентябрь	декабрь	декабрь	декабрь	январь	январь	январь	февраль	февраль	март	март	март	март
М.А.	место	1	4	14	8	15	7	12	1	1	7	13	17	37	18
	стрельба	4	4	5	5	2	3	4	1	3	4	6	2	5	5
Д.А.	место	15	30	22	82	59	22	16	12	-	-	-	-	65	-
	стрельба	10	5	3	9	5		5	4					6	

*выделенные показатели указывают на низкие спортивные результаты.

Так, на рис. 16 представлены данные анализа ВСР у перетренированного биатлониста К. (МС) в предсоревновательном и соревновательном периодах тренировочного процесса. На рисунке четко видно, что в предсоревновательном периоде и особенно в соревновательном отмечается устойчивая прогрессирующая парадоксальная реакция на ортостаз (увеличение значений $MxDMn$, TP , LF вместо снижения и уменьшение SI вместо увеличения), что указывает на низкую функциональную готовность организма спортсмена к тренировочной и соревновательной деятельности. Однако, при этом спортсмен участвует в трех соревнованиях 16, 19 и 20 января. Как и следовало ожидать, он показывает низкие результаты, которые ухудшаются от старта к старту (см. таблицу результатов).



*вертикальными полосами выделен период участия в соревнованиях
Рис. 16. Показатели ВСР у перетренированного биатлониста К. (МС) в пред- и соревновательные периоды тренировочного процесса.

Заключение. Многолетние исследования ВСР у юных и взрослых спортсменов с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции ВСР показывают, что функциональные и адаптационно-резервные возможности организма индивидуальны и реализуются разным включением регуляторных систем, что позволяет прогнозировать эти возможности, управлять тренировочным процессом, динамическим здоровьем спортсменов и прогнозировать спортивные результаты. Поэтому анализ ВСР является незаме-

нимым методом в работе спортивного физиолога, спортивного врача, тренера и самого спортсмена.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. - М.: Медицина, 1979. – 295с.
2. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. - М.: Наука, 1998. – 236с.
3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. Новые методы электрокардиографии под ред. С.В. Грачева, А.Л. Сыркина. - М.: Техносфера, 2007. – с. 474-496.
4. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. - М., 2008. – 218с.
5. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования/ рабочая группа Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии// Вестн. Аритмологии. – 1999. - № 11. – с. 53-78.
6. Гаврилова Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография/ СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
7. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: монография. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.
8. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. – Иваново, 2002. – 290с.
9. Рябыкина Г.В. Вариабельность ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. – М.: Оверлей, 2001. – 200с.
10. Покровский В.М. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма/под ред. В.М. Покровского – Краснодар, изд-во «Кубань-книга», 2010. – 244с.
11. Смоленский А.В. Сердечно-сосудистые заболевания и внезапная смерть в спорте / Материалы научной конференции «Спортивная кардиология и физиология кровообращения». – М., 2006. – С. 82-84.
12. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Новосибирск, 1999. – 214с.
13. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Анализ вариабельности сердечного ритма в контроле за тренировочной и соревновательной деятельностью спортсменов на примере лыжных видов спорта // Лечебная физическая культура и спортивная медицина, Изд-во: Общероссийский общественный Фонд "Социальное развитие России, Москва, 2016, С. 17-23.
14. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена // Прикладная спортивная наука, Изд-во: Государственное учреждение Республиканский научно-практический центр спорта, Минск, 2015, С. 115-125.
15. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. – Ижевск: Филиал издательства Нижегородского университета, 1991. – 418 с., ил. 32
16. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
17. Шлык Н.И. Динамические исследования вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции / Н.И. Шлык, Е.Н. Сапожникова, Т.Г. Кириллова, А.П.

Жужгов // XXII съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. – С. 601.

18. Шлык Н.И. Роль индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции в построении и оценке тренировочного процесса / Н.И. Шлык // «Олимпийский спорт и спорт для всех» XVIII Международный научный конгресс. Материалы конгресса. – Алматы: КазАСТ, 2014. – Т. 3. – С. 285-288.

19. Шлык Н.И. Анализ variability сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе / Н.И. Шлык // Variability сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: Мат. V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26–28 октября 2011 г. – Ижевск, 2011. – С. 348–369.

20. Шумихина И.И. Особенности variability сердечного ритма и центральной гемодинамики у юных футболистов под влиянием тренировочного процесса: Автореф. дисс. канд. биол. наук. Киров, 2005. 20 С.

21. Шумихина И.И., Шлык Н.И., Красноперова Т.В. Особенности variability сердечного ритма у юных хоккеистов // XX Съезд физиологического общества им. И.П. Павлова: тез. докл. М.: Издательский дом «Русский врач», 2007. С. 494.

22. Corrado D, Basso C, Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: diagnosis, prognosis, and treatment. Heart 2000; 83:588-595

23. Schlyk N. Autonomic regulation of circulation and cardiac contractility in pre-school children: aging and individual features // XVIII European congress on noninvasive cardiovascular dynamics. Reggio Emilia, Itali, 1997.

24. Schlyk N.I, Berseneva A.P, Bersenev I.A. Heart rate variability in schoolboys // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 – 30, 1998, Gent, Belgium). 1998. Vol. 15, N 2. P. 140.

25. Schlyk N.I, Sapoznikova E.N. The individual portrait of mechanisms of vegetative regulations in schoolchildren variability (according to the facts of heart rate) // Journal of Cardiovascular diagnosis and procedures. 13 congress of the cardiovascular system dynamics society (August 27 – 30, 1998, Gent, Belgium). 1998. Vol. 15, N 2. P. 141.

26. Schlyk N., Zhuzhov A. Krasnoperova T. Individual peculiarities of the vegetative regulation mechanisms in skiers (according to mathematical analysis data the cardiac rhythm) // Overtraining and overreaching in sport: Physiological, Psychological and Biomedical Considerations. Memphis, 1996. P. 51.

27. Schlyk N.I, Sapoznikova E.N., Kirillova T.G. Type of Autonomic Regulation and Risk of Cardiac Event in Athletes (Based on the Results of Dynamic Study of Heart Rate Variability and Dispersed ESG Mapping) // International Multidisciplinary Journal. European Researcher. 2012. Vol. 24, № 6. P. 942-946.

ВЛИЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОГО ГОМЕОСТАЗА НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Алтынова Н.В.

ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Чебоксары
naltynova_777@mail.ru

INFLUENCE OF THE VEGETATIVE HOMEOSTASIS ON ACTIVITY OF WARM AND VASCULAR SYSTEM

Altynova N.V.

Chuvash state agricultural academy, Cheboksary

Резюме. Увеличение функциональной нагрузки на организм студентов младших курсов приводит к усиленной работе всех систем органов, направленных на достижение гомеостаза в процессе адаптации к условиям обучения в вузе, в зависимости от периода обучения в семестре, свойств личности и физиологических характеристик.

Ключевые слова: функциональное состояние организма, студенты, центральная нервная система, сердечно-сосудистая система, тревожность, адаптация.

Summary. Increase in functional load of an organism of junior students leads to the strengthened work of all systems of the bodies directed to achievement of a homeostasis in the course of adaptation to training conditions in higher education institution depending on the training period in a semester, properties of the personality and physiological characteristics.

Keywords: functional state of the organism, students, Central nervous system, cardiovascular system, trait anxiety, adaptation.

Введение. Оптимизация учебного процесса в высшей школе требует научно-обоснованного подхода к организации и профессиональной подготовке студентов. Для этого необходимо выяснение механизмов и закономерностей адаптации организма молодежи к факторам сложной, насыщенной социально-информационной среды и на этой основе разработка критериев контроля функционального состояния обучающихся. На основании вышесказанного возникает потребность в физиологическом обосновании повышения эффективности процесса адаптации студентов, что обуславливает актуальность настоящего исследования.

Целью работы явилось установление физиологических закономерностей эффективной адаптации студентов к условиям обучения в вузе, направленной на оптимизацию их функционального состояния и работоспособности в высшем учебном заведении.

Методы. Воздействие стрессов и стресс-реакцию студентов 1-2 курсов оценивали по уровню функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС). Так определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин); систолическое и диастолическое артериальное давление (АСд и АДд, мм рт. ст.) с помощью автоматического тонометра «Omron M6». Изучение систолического (СОК, мл) и минутного (МОК, мл) объемов кровообращений производили по формуле Старра. Рассчитывали пульсовое давление (ПД, мм рт. ст.), среднединамическое давление (СДД, мм рт. ст.), двойное произведение (ДП, у.е.) и коэффициент выносливости (КВ, у.е.) СССР по формуле Квааса [7].

Для оценки вегетативного тонуса использовали вегетативный индекс Кердо (ВИК, %). Положительное значение ВИК свидетельствует о преобладании симпатических влияний, отрицательное – преимущественно парасимпатических влияний. Средние значения данного индекса у здоровых лиц составляют от -15 до +15. При равновесном состоянии вегетативной нервной системы (эйтония) ВИК=0 [1].

Испытуемые студентки были разделены на три группы. За 1 месяц до начала экзаменационных сессий «Плацебо» назначали II группе, биопрепарат «Селенес+» – III группе.

Результаты исследований. Установлено, что на протяжении наблюдений ЧСС у всех студенток волнообразно колебалась в возрастном аспекте от $81,50 \pm 0,68$ – $84,40 \pm 4,03$ до $81,30 \pm 6,78$ – $90,00 \pm 3,87$ уд/мин ($P > 0,05$). При этом в период теоретического обучения в первом семестре (сентябрь) максимальная ЧСС наблюдалась у студенток I группы $84,40 \pm 4,03$, минимальная – у девушек II группы $81,50 \pm 0,68$ уд/мин.

Так, данный параметр у контрольной группы преимущественно во все сроки исследований был выше на 2,2–5,2 и 5,5–9,7%, чем у девушек II и III групп соответственно. Наблюдаемые признаки тахикардии могут свидетельствовать о напряженной деятельности сердечно-сосудистой системы в периоды экзаменов. Анализ полученных данных показал, что ко второму году обучения девушки III группы испытывали минимальное напряжение со стороны ССС ($81,30 \pm 6,78$ против $90,00 \pm 3,87$ – у I группы и $85,80 \pm 6,10$ уд/мин – у II группы).

Характер колебаний ПД в целом соответствовал динамике ЧСС. У студенток сравниваемых групп в течение экспериментов наблюдалась тенденция спада показателя от начала первого к концу второго года обучения. Следует отметить, что максимальное ПД имело место в периоды как зимней, так и летней экзаменационных сессий. Так, у контрольных второкурсниц в январе и июне ПД превалировало над таковыми их ровесниц III группы на 15,0 и 5,0% соответственно без достоверной разницы в межгрупповом разрезе.

В течение экспериментов АСд имело тенденцию снижения в возрастном аспекте: в I группе от $118,10 \pm 5,70$ до $113,70 \pm 4,00$; во II группе от $117,50 \pm 4,56$ до $117,00 \pm 3,17$ и в III группе от $115,70 \pm 4,55$ до $106,90 \pm 7,81$ мм рт. ст. Однако следует отметить, что в разрезе каждого года обучения АСд у учащейся молодежи сравниваемых групп имело тенденцию роста от начала к концу года: от $115,70 \pm 4,55$ – $118,10 \pm 5,70$ до $118,00 \pm 4,41$ – $122,50 \pm 2,02$ мм рт. ст. в течение первого курса и от $103,00 \pm 4,54$ – $108,50 \pm 2,40$ до $106,90 \pm 7,81$ – $117,00 \pm 3,17$ мм рт. ст. в течение второго курса ($P > 0,05$).

Установлено, что характер колебаний значений АДд всецело соответствовал динамике таковых АСд. Так, АДд в течение первого года обучения возрастало от $73,00 \pm 3,84$ до $74,90 \pm 3,19$ – у студенток I группы, от $71,80 \pm 3,11$ до $76,30 \pm 2,32$ – у студенток II группы, у студенток III группы АДд напротив снижалось от $75,00 \pm 5,61$ до $74,90 \pm 2,99$ мм рт. ст. В течение второго года обучения значения данного параметра у студенток I, II и III групп волнообразно возрастали от $66,90 \pm 2,15$ до $72,00 \pm 4,01$, от $70,50 \pm 4,75$ до $75,40 \pm 1,73$ и от $65,30 \pm 1,81$ до $67,30 \pm 4,86$ мм рт. ст. соответственно.

При анализе динамики СОК, характеризующего количество выбрасываемой желудочками крови за период одной систолы, выявлено, что у исследуемой студенческой молодежи он волнообразно уменьшался от начала первого семестра к концу четвертого от $21,35 \pm 4,36$ – $25,57 \pm 3,04$ до $18,56 \pm 1,57$ – $22,02 \pm 3,29$ мл соответственно. Достоверных различий в показателях испытуемых на протяжении исследований выявлено не было. Следует отметить, что показатели СОК у контрольных студенток в течение первой серии наблюдений (1 курс) были выше значений, чем у их сверстниц III группы, свидетельствующие о состоянии повышенного напряжения деятельности ССС организма первых.

При оценке характера колебаний объемной скорости кровотока в сосудистой системе большого круга кровообращения установлено, что в первой серии опытов динамика МОК в основном соответствовала таковой параметров СОК. Так, у исследуемых первокурсниц он снижался в возрастном аспекте от $1727,63 \pm 330,07$ – $2085,84 \pm 250,74$ до $1656,59 \pm 288,46$ – $1874,51 \pm 233,89$ мл ($P > 0,05$). Во второй серии экспериментов (2 курс) установлена иная закономерность. Если у студенток контрольной группы МОК зигзагообразно увеличивался по мере их взросления от $1774,44 \pm 129,54$ до $18043,17 \pm 252,28$,

то у их ровесниц III группы, наоборот, он снижался от $1790,74 \pm 223,22$ до $1738,76 \pm 200,42$ мл. При этом у контрольных девушек параметры МОК в январе и июне были выше значений их сверстниц III группы соответственно на 15,7 и 4,0% ($P > 0,05$).

Динамика ДП у исследуемых студенток волнообразно менялась в ходе обучения и была ниже у девушек III группы в условиях использования биопрепарата «Селенес+» ($77,45 \pm 6,62 - 105,89 \pm 6,16$ у.е.) по отношению к контрольным параметрам ($81,92 \pm 5,91 - 122,37 \pm 5,41$ у.е.). Этот факт опосредованно свидетельствует о более интенсивной работе сердечной мышцы у контрольных девушек при меньшем потреблении кислорода миокардом.

Аналогичная закономерность имела место в динамике СДД (показатель согласованности регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления), которое так же в течение наблюдений было ниже у студенческой молодежи III группы. Установлено, что максимальные значения показателя приходились на экзаменационные периоды, что свидетельствует о напряжении организма, вызванном стресс-факторами данного периода. К концу эксперимента значение СДД исследуемых снижалось, что, по мнению ряда исследователей, свидетельствует о постепенном наступлении максимальной адаптированности организма студенток к учебным нагрузкам, за счет уменьшения энергетических затрат и улучшения эффективности работы сердца.

В регуляции функций организма большая роль принадлежит вегетативной нервной системе. Назначение ее рассматривается в двух аспектах: поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаза) и обеспечение различных форм психической и физической деятельности. Расстройства вегетативного обеспечения деятельности наблюдаются раньше морфологических нарушений, при этих отклонениях оптимальная адаптация невозможна [3].

Нарушения вегетативного обеспечения деятельности ССС (главным образом, гипертонический и гипотонический тип реакций на различного рода нагрузки) сочетаются со значительным повышением содержания в сыворотке крови соединений, обладающих иммуносупрессирующими свойствами [4, 5].

Таким образом, для изучения влияния на ССС вегетативной нервной системы, дающей представление о гомеостатических возможностях организма, использовали ВИК. Установлено, что ВИК студенток анализируемых групп существенно отличался в межсессионные периоды и непосредственно перед экзаменами. Число студенток с положительным ВИК резко возрастало в период экзаменов, что свидетельствовало о повышении активности симпатического отдела вегетативной нервной системы у большинства испытуемых. III группа, после начала приема препарата и до конца эксперимента, судя по показателям ВИК, не испытывала существенных напряжений на организм, что проявлялось в преимуществе эйтоников над симпатикотониками.

Динамика КВ, отражающая степень тренированности системы кровообращения, показала, что у первокурсниц выявлена тенденция волнообразного их снижения от начала учебного года к его завершению. При этом коэффициент возрастал у девушек II группы, что может указывать на некоторую детренированность ССС. В течение второго года обучения данный коэффициент снижался у всех групп студенток, что отражает повышение выносливости и тренированности ССС на учебный процесс и трудности первых лет обучения в вузе.

Обсуждение. Специфика регуляции сердечной активности со стороны центральной нервной системы обеспечивает возможность получения прогностической информации, как о деятельности сердца, так и об изменениях состояния всего организма в целом, поскольку нервная и гуморальная регуляции кровообращения изменяются раньше, чем выявляются энергетические, метаболические и гемодинамические нарушения [7].

Вероятнее всего повышенные значения ЧСС были связаны с эмоциональными реакциями организма студенток на вхождение в новую социальную среду и учебный процесс, а в периоды летней и зимней экзаменационных сессий это свидетельствовало о сложных условиях обеспечения функции ССС и как следствие – о меньшей экономичности работы сердца [6].

Установленное минимальное АСд в предэкзаменационный период первого семестра, а в дальнейшем – в течение семестров свидетельствовало о привыкании студенток к учебному процессу и коллективу, в котором обучаются и претерпевании напряжения лишь в специфические периоды обучения в вузе. Максимальное АДд в периоды и зимней, и летней экзаменационных сессий, косвенно свидетельствует о склонности мелких кровеносных сосудов к системному спазму во взаимосвязи с гиподинамией.

Полученные в течение первого года обучения результаты СОК, вероятно, могут свидетельствовать об ухудшении сократительной функции сердца на развивающееся утомление к концу сессии.

Выводы. Проведенные серии экспериментов и лабораторных исследований показали, что функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студенток младших курсов соответствовало средним показателям для данного возраста.

Снижение к концу второго года обучения значений коэффициента выносливости у всех групп испытуемых было сопряжено с возрастающими возможностями сердечно-сосудистой системы.

Однако установлено, что студентки III группы в условиях применения биопрепарата «Селенес+» испытывали меньшее напряжение со стороны сердечно-сосудистой системы и легче адаптировались к процессу обучения в вузе. Промежуточное положение изученных показателей занимали их ровесницы II группы («Плацебо»).

Согласно теории функциональных систем в условиях нормальной жизнедеятельности реализуется принцип многосвязного мультипараметрического кооперативного взаимодействия различных физиологических систем, особенно гомеостатического уровня, по их конечным приспособительным результатам [2]. Так каждый студент адаптируется сугубо индивидуально в рамках своих физиологических, психологических и личностных данных.

Список литературы:

1. Алтынова Н. В. Коррекция физиологического состояния организма студенток младших курсов биопрепаратом «Селенес+»: автореф. дис. канд. биол. наук. Чебоксары, 2010. 18 с.
2. Горбанёва Е. П. Физиологические механизмы и характеристики функциональных возможностей организма человека в процессе адаптации к специфической мышечной деятельности: автореф. дис. д-ра мед. наук. Волгоград, 2012. 36 с.
3. Изменение вегетативного статуса студентов на эмоционально значимых этапах учебного процесса / В. Н. Зарипов, М. О. Барина, Е. В. Втулова и др. // Мат. I съезда физиологов СНГ. М. : Медицина, 2005. Т. 2. С. 275.
4. Кузьмин А. И., Осипова Н. А., Ерова Л. М. Общая метаболическая реакция организма на действие стрессовых факторов // Мат. сибирского междунар. ветеринарн. конгресса. Новосибирск, 2005. С. 312-313.
5. Лосенок С. А., Бровкина И.Л. Коррекция иммунометаболических нарушений при синдроме перетренированности у спортсменов // Материалы VI Всероссийского научного форума «РеаСпоМед 2006». М., 2006. С. 77-78.
6. Палкина О. А. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студенток в динамике пятилетнего обучения в техническом вузе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2008. 19 с.

7. Совершенствование морфофизиологического статуса студенток младших курсов назначением биогенного соединения «Селенес+» / Н. В. Алтынова, А. В. Панихина, Н. И. Анисимов, А. А. Шуканов. – М.: Изд-во «Капитал Принт», 2012. – 150 с.

**СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ
КРОВООБРАЩЕНИЯ И ЕЕ СВЯЗЬ С ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МИОКАРДА В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО
ПОЛЕТА (ЭКСПЕРИМЕНТ «КОСМОКАРД»)**

Баевский Р.М., Русанов В.Б., Черникова А.Г., Берсенев Е.Ю., Иванов Г.Г.

Государственный научный центр Российской Федерации Институт
медико-биологических проблем Российской академии наук, г. Москва, Россия

**DAILY DYNAMICS OF VEGETATIVE REGULATION OF BLOOD CIRCULATION
AND HER COMMUNICATION WITH ELECTROPHYSIOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF THE MYOCARDIUM IN THE CONDITIONS OF SPACE
FLIGHT (EXPERIMENT "KOSMOKARD")**

Bayevsky R. M., Rusanov V. B., Chernikova A. G., Bersenev E. Y., Ivanov G. G.

State scientific center of the Russian Federation Institute of medicobiological problems
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Резюме. Считается, что изменения состояния системы регуляции кровообращения, изменения водно-электролитного статуса организма, эмоциональные и физические воздействия могут приводить к изменению метаболических процессов в миокарде. Однако, как известно, изменения ЭКГ развиваются как результат уже возникших в миокарде метаболических сдвигов, что в условиях космического полета и особенно в послеполетном периоде нередко проявляется в виде аритмий или изменений зубца Т и ST-сегмента.

С 2014 года на борту МКС начинается эксперимент «КОСМОКАРД» - Изучение влияния факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения при длительном действии невесомости.

Ключевые слова: вегетативная регуляция кровообращения, ВРС, космический полет, ЭКГ.

Summary. It is thought that shifts in the system of circulation regulation, water-electrolyte balance, emotional and physical stresses may affect metabolic processes in the myocardium. However, ECG changes can also be a result of already present metabolic shifts in the myocardium manifested by arrhythmias or alterations of T-wave and ST-segment during space flight and particularly in the period of recovery.

We are launching the new space experiment COSMOCARD in 2014 - Studies of the spaceflight factors' effect on the myocardium electrophysiological properties and their relationship with the autonomic regulation of blood circulation during long term space flight.

Keywords: vegetative regulation of a circulation, VRS, space flight, ECG.

Введение. Важную роль при перестройке гемодинамики в условиях невесомости играют вегетативная регуляция сердечной деятельности и функциональное состояние миокарда. Изменения состояния системы регуляции кровообращения, водно-электролитного статуса, эмоциональные и физические воздействия могут приводить к изменению метаболических процессов в [3], отражаясь на ЭКГ как результат уже возникших в миокарде метаболических сдвигов.

Однако если в отношении вегетативной регуляции кровообращения в условиях длительной невесомости [1,2,4,6] в последние годы накоплен огромный опыт (бортовые эксперименты «Пульс», «Сонокард» «Пневмокард»), то до сих пор остается недостаточно изученной значимость изменений миокарда в генезе ортостатических нарушений и других, наблюдаемых в космическом полете изменений со стороны сердечно-сосудистой системы.

Исходя из вышеизложенного, важность изучения состояния миокарда в условиях космического полета является несомненной и одной из актуальных проблем диагностики в космической кардиологии остается получение информации о ранних изменениях в миокарде.

Методика исследований. В эксперименте «Космокард» на борту МКС изучается связь электрофизиологических характеристик миокарда с процессами вегетативной регуляции кровообращения в невесомости. Для этого проводится суточная регистрация электрокардиограммы и полученные данные кроме оценки вариабельности сердечного ритма анализируются дополнительно программными средствами для дисперсионного картирования ЭКГ (ДК ЭКГ).

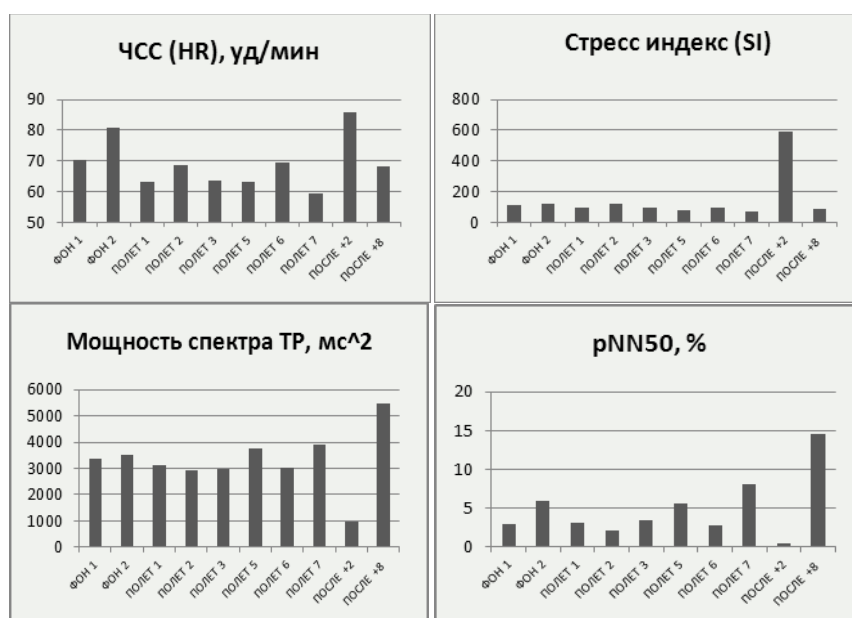


Рис.1. Среднесуточные значения основных показателей ВСП

Методика дисперсионного картирования ЭКГ в условиях космического полета используется впервые. При ДК ЭКГ динамику средних амплитуд измеряемых микроколебаний на протяжении PQRS-комплекса отражают финальные дисперсионные характеристики. Для вычисления этих характеристик синхронизируют несколько последовательных кардиоциклов и в каждом из них выполняют регистрацию микроколебаний и расчет вторичных модельных характеристик, которые используются для косвенной оценки амплитуды микроальтернаций ЭКГ на заданных интервалах PQRS-комплекса.

Результаты исследований. Результаты анализа данных, полученных в четырех полугодовых экспедициях на МКС, показали, что среднесуточные значения показателей вариабельности сердечного ритма (ВСП) в течение всего полета достаточно стабильны и находятся в зоне физиологической нормы. Вегетативный баланс при этом, судя по показателям SI и pNN50 практически не изменился (см.рис.1). Важно отметить, что в начале полета (особенно на 2-м и 3-м месяцах) несколько снизились значения суммарной мощности спектра, что указывает на уменьшение резервов вегетативной регуляции.

На рисунке 2 представлены диаграммы изменений функциональных резервов (ФР) и степени напряжения (СН) регуляторных систем в дневные и ночные часы на разных этапах космического полета. По показателю ФР некоторые различия выявляются только в 1-е послеполетные сутки. По СН такие различия более выражены во время полета. На 2-м месяце полета дневное значение СН заметно отличается от ночного, а 5-м месяце полета величина СН существенно возрастает и дневное и в ночное время. После полета все значения СН находятся в зоне донозологических состояний.

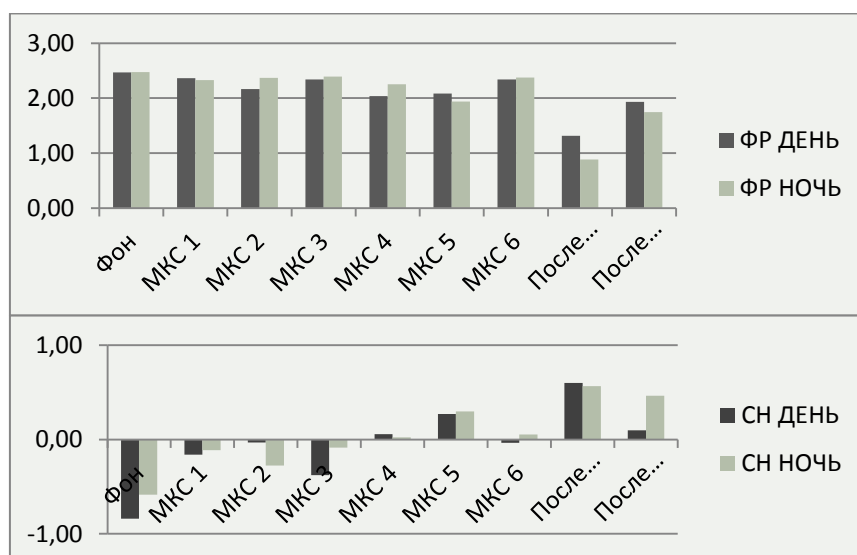


Рис.2. Изменения ФР и СН в дневные и ночные часы на разных этапах космического полета

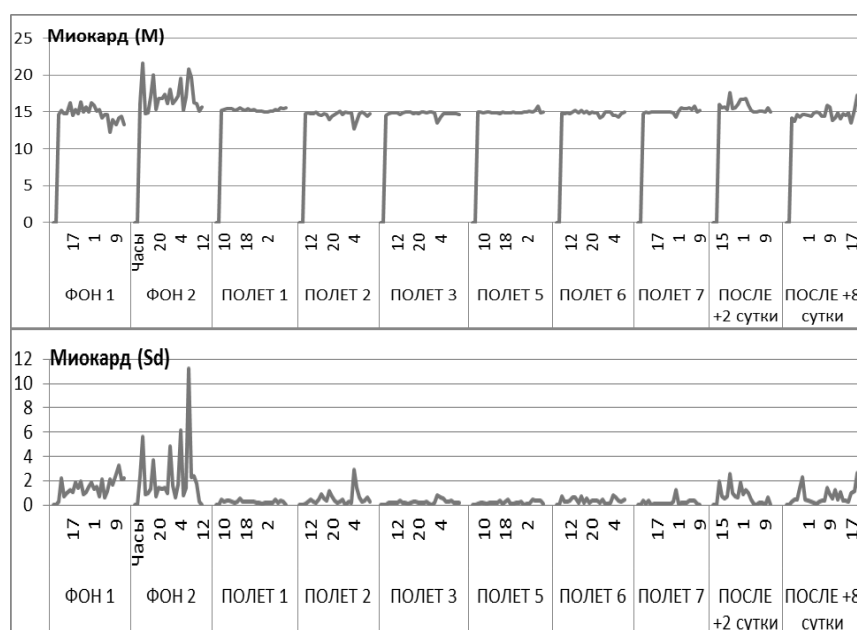


Рис.3. Показатели дисперсионного картирования ЭКГ (индекс «Миокард» М и Sd)

При этом надо отметить, что дисперсия вычислялась отдельно для каждого часа по динамике первичных 30-секундных измерений (по 120 значений каждый час). Следует отметить еще один интересный факт. На графиках динамики индекса «Миокард» на рисунке 3 обращает на себя внимание заметное снижение средних значений индекса

в 4 часа утра на 2-м и 3-м месяцах полета. Одновременно в эти же часы наблюдался рост значений дисперсии этого показателя (Sd). В эти же месяцы было отмечено снижение суммарной мощности спектра ВСР. Это подтверждает, что при длительном действии невесомости мы имеем дело с определенной закономерностью взаимообусловленных изменений вегетативной регуляции и энерго-метаболических сдвигов в миокарде.

Заключение. Космический эксперимент «Космокард» является первым шагом в изучении взаимосвязи между вегетативной регуляцией кровообращения и электрофизиологическими характеристиками миокарда в условиях длительной невесомости. До последнего времени основное внимание исследователей было обращено на сосудистую регуляцию, как на главный фактор развития ортостатических нарушений в послеполетном периоде, а роль сердца при этом преуменьшалась. Однако, в последние годы показана тесная связь послеполетных ортостатических нарушений с исходным типом вегетативной регуляции [5] с предполетными электрокардиографическими данными [7]. В космическом эксперименте «Кардиовектор» установлено резкое снижение силы и энергии сердечных сокращений в первый день после возвращения космонавтов на землю, что подтверждает опасность развития сердечной недостаточности и ортостатических расстройств в результате нарушения сердечной деятельности. Все это подчеркивает важное значение эксперимента «Космокард», направленного на изучение непосредственной взаимосвязи вегетативной регуляции кровообращения с показателями, характеризующими обменно-энергетические процессы в миокарде.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Никулина Г.А., Фунтова И.И., Черникова А.Г.. Вегетативная регуляция кровообращения. Глава 2. Комплексные исследования сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Научные медико-биологические исследования на О.С. Мир. М., 2001. с.36 -68
2. Баевский Р.М., Фунтова И.И. Анализ вариабельности сердечного ритма в исследованиях на борту Международной космической станции. Всероссийский симпозиум «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение», Ижевск, ноябрь 2003
3. Турчанинова В.Ф., Алферова И.В., Голубчикова З.А. и др. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя. В кн: Орбитальная станция «Мир». Т.1., 2002, с. 267-275
4. Baevsky R.M, Chernikova A.G, Funtova I.I, Tank J. Assessment of Individual Adaptation to Microgravity during long term space flight based on stepwise Discriminant Analysis of Heart Rate Variability Parameters. Acta Astronautica 69 (2011) pp. 1148-1152
5. Luchitskaya E.S., Chernikova A.G., Funtova I.I., Baevsky R.M., The spectral analysis of heart rate variability in forecasting of post-flight orthostatic tolerance after long-time space flights. 63 International Astronautical Congress, Italy, Naples, 2012, ID14813
6. Tank J., Baevsky R.M., Drescher J., Funtova I.I. Impact of cardiovascular research on board the International space station on the design of new medical devices, 2nd European Medical & Biological Engineering Conference EMBEC'02, Vienna, Dec. 04 - 08, 2002.
7. Fomina GA, Kotovskaya AR, Zhernavkov AF, Possibility to predict cosmonauts' orthostatic tolerance following short-and long-term space flights. Aviakosm Ekolog Med. 2007 Jul-Aug;41(4):20-4.

АДАПТИВНАЯ ТЕСТИРУЮЩАЯ МОДЕЛЬ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПСИХИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

Байгузин П.А.

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический
университет», г. Челябинск
polevoi-doca@mail.ru

THE ADAPTIVE TESTING MODEL AS THE WAY OF OPTIMIZATION OF MENTAL TENSION

Bayguzhin P.A.

The southern Ural state humanitarian and pedagogical university, Chelyabinsk

Резюме. Применение в практике контрольно-измерительных мероприятий адаптивной тестирующей модели достоверно снижает напряженность деятельности студентов независимо от психофизиологического типа, что выражается в сохранении до конца тестирования относительно высоких уровней функциональных возможностей и устойчивости реакции, снижении напряженности систем вегетативной регуляции более, чем до 80% испытуемых, в увеличении результативности тестирования и снижении времени тестирования в два раза, по сравнению с результатами традиционной формы тестирования теоретической подготовленности.

Ключевые слова: Адаптивная тестирующая модель, вариабельность ритма сердца, психическая напряженность, студенты.

Summary. The application in practice of measuring and control measures of adaptive model of the test significantly reduces the intensity of the activities of the students, regardless of their psychophysiological type. Fixed effects include maintaining until end of test relatively high levels of functionality and stability of the reaction of the nervous system, reduction of tension mechanisms autonomic regulation of more than 80% of subjects, to increase the effectiveness of testing and reduce test time by half, compared with the results of conventional shape test of theoretical training.

Keywords: Adaptive tests the model, heart rate variability, mental tension, students.

Введение. Целевая установка модернизации современного образования отражает технологии обеспечения эффективности организации учебного процесса. Эффективность в данном контексте понимается как результативность деятельности, которая характеризуется достижением наибольшего качества с оптимальным применением ресурсов, в частности психофизиологических – как фундамента профессионального долголетия.

Анализ современной литературы отражает в целом неблагоприятные тенденции психофизиологической адаптации учащейся молодежи к учебно-профессиональной деятельности.

Методы исследования. Эффекты влияния ментального стресса на состояние организма студентов описаны в результате анализа состояния организма обследуемых в условиях модели умственной нагрузки, направленной на оптимизацию умственной напряженности (всего 51 человек).

Экспериментальная часть настоящей части работы, кроме того включает исследование реактивности психофизиологических показателей организма студентов, в том числе в зависимости от степени уравновешенности нервных процессов (преобладания процессов торможения, возбуждения) и функциональной подвижности нервных процессов. В частности, в основе дифференциации обследованных, лежат варианты изменения центральной регуляции умственной деятельности: лабильный (изменяющийся во времени тип реакции) и ригидный (независимый от времени стабильный тип реакции).

При проектировании *адаптирующейся тестирующей модели* (далее – АТМ) учитывали, что деятельность тестируемого состоит из решения комбинации заданий, выполняемых в конкретной программной оболочке (тестирующая программа), в определенных условиях окружающей среды (стационарные условия лаборатории) и в конкретной организационной структуре (в условиях учебно-профессиональной деятельности студентов). Учитывая высокую вероятность неблагоприятного влияния каждого из перечисленных компонентов на эффективность (результативность) деятельности тестируемого, нами разработано детальное содержание параметров проектирования АТМ, связанной с умственной нагрузкой [1].

Оптимизация напряженности умственной деятельности осуществлялась на следующих уровнях: интерфейса тестирующей программы; окружающей среды; длительности процесса работы; на организационном уровне; организации работы во времени.

Достоинства АТМ: позволяет более гибко и точно измерять знания обучаемых; позволяет измерять знания меньшим количеством заданий, чем в классической модели; выявляет темы, которые обучаемый знает плохо и позволяет задать по ним ряд дополнительных вопросов.

Для оценки *функционального состояния вегетативной нервной системы* студентов были проведены прямые измерения и расчет ряда показателей: вариабельности ритма сердца: показатели временного анализа – статистический метод (RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50; CV); спектрального анализа (TP, VLF, LF, HF). Оценку вегетативного обеспечения учебной деятельности проводили на основании многомерного анализа кардиоритмограммы (КРГ), запись которой проводилась на оригинальном аппаратно-программном комплексе «ПолиСпектр-8» с помощью программного обеспечения «Пол-иСпектр-Ритм» (ООО «НейроСофт», г. Иваново, <http://www.neurosoft.ru>).

Определение психофизиологического состояния. Основу дифференциации обследуемых в ходе изучения срочных адаптивных реакций составлял психофизиологический тип – относительно постоянное, стабильное проявление свойств нервной системы, обуславливающее умственную деятельность, функциональное обеспечение которой требует напряжения регуляторных механизмов центральной нервной и вегетативной систем.

Типологические особенности нервной системы определяли на основе оценки функциональной подвижности нервных процессов, анализируя результаты, полученные с помощью методики вариационной хронорефлексометрии ранее предложенной Т.Д. Лоскутовой (1975), реализованной в АПК «НС-ПсихоТест» (ООО «НейроСофт», г. Иваново, <http://www.neurosoft.ru>).

Использована классификация функциональных состояний с позиций трехфакторной модели вариабельности сердечного ритма, которая отражает современные представления о нейрофизиологических механизмах регулирования деятельности и поведения человека и позволяет диагностировать функциональные состояния как при воздействии различных психоэмоциональных нагрузок, так и при их отсутствии [5].

Математическая обработка результатов исследования проводилась при помощи программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и SPSS v.17 с использованием общепринятых методов вариационной статистики. При анализе параметров описательной статистики, выделяли значимость коэффициента вариации (CV), позволяющего оценить степень однородности выборки значений изучаемых показателей. Количественные показатели, имеющие аномальное распределение (по показателю асимметрии выборки значений – As), оценивались с помощью центильного метода обработки результатов, используя медиану (Me). Уровень достоверности различий изучаемых показателей определяли с помощью непараметрических методов с вычислением критериев U-Манна-Уитни и Т-Вилкоксона. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Теоретический и практический интерес представляет оценка эффектов психофизиологической регуляции деятельности студентов с различной степенью пластичности нервной системы в условиях выполнения умственной нагрузки нерегламентированной по объему и времени.

Мы убеждены, что учет индивидуально-типологических особенностей, в частности стиль когнитивной деятельности (особенности принятия решения), психофизиологический тип, а также уровень теоретической подготовленности студентов, существенно снизят цену адаптации организма к условиям модели, купируя интенсивное развитие состояний эмоционального возбуждения и напряжения.

Такой подход, по нашему мнению, с одной стороны, обусловит оптимизацию напряженности умственного труда (как профессионально значимый способ профилактики утомления-переутомления), с другой – позволит определить объективный уровень подготовленности студентов как показатель результативности его учебно-профессиональной деятельности.

Оценка эффективности использования АТМ как способа оптимизации психической напряженности основана на учете показателей variability ритма сердца как одного из комплексных предикторов психофизиологического состояния организма студентов [4].

Результаты исследования характеризуют изменение показателей временного и спектрального анализа сердечного ритма студентов с высоким уровнем нейропластичности (тип - лабильные) при условии выполнения нагрузки в формате АТМ. В период антиципации отмечается повышение значений показателей временного анализа variability сердечного ритма, в частности, тонуса вегетативной регуляции (SDNN), превышающего нормативные значения в среднем на 10 мс; показателя активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (RMSSD). Однако, отмеченная вагусная активность на данном этапе (перед нагрузкой) не является доминирующей (среднее значение рNN50 соответствует верхней границе нормы).

Характеристика показателей спектрального анализа вегетативной регуляции деятельности студентов с высокой пластичностью нервных процессов на этапе антиципации указывает на высокую мощность спектра регуляции за счет увеличения значений всех ее звеньев: VLF – 28,8%, LF – 45% и HF – 26,2%. Структура взаимоотношений указанных звеньев регуляции свидетельствует о выраженной симпатикотонии при наличии повышенных значений показателей вагусной активности (SDNN, RMSSD). Данная характеристика указывает на наличие возбуждения, инициируемого условиями организации деятельности и психофизиологического типа обследуемых.

Новые условия деятельности в формате т.н. «выгодных условий» инициируют относительный прирост мощности VLF-компонента спектра до величины превышающей нормативную в два раза ($Z=0,419$ при $p=0,675$), что свидетельствует о сохранении гиперадаптивной реакции у лиц с высокой пластичностью нервной системы в течение всего времени выполнения нагрузки. При этом к окончанию нагрузки отмечается снижение мощности высокочастотного ($Z=1,291$ при $p=0,197$) и низкочастотного ($Z=1,872$ при $p=0,051$) компонентов. Активизация парасимпатического отдела вегетативной нервной системы за счет снижения мощности высокочастотного звена регуляции и сохранения величины RMSSD, вероятно, обусловлены особенностями организации адаптивной тестирующей модели, значительно сокращающей время работы для достижения полезного результата.

Аналогичному анализу подвергались показатели variability сердечного ритма у студентов с низкой пластичностью нервной системы. На этапе предшествующем нагрузке отмечались пограничные значения показателя, характеризующего усиление автономной регуляции сердечным ритмом, высокие значения показатели ак-

тивности парасимпатического звена вегетативной регуляции на фоне умеренной степени его преобладания над симпатическим звеном.

При этом регистрировали высокие абсолютные значения показателей спектрального анализа вариабельности сердечного ритма, превышающие нормативные значения. Высокая общая мощность спектра (TP) как в случае с данными студентов сравниваемой группы, свидетельствует о развитии гиперадаптивной реакции обеспечивающей, вероятно, течение процессов мобилизации психофизиологических ресурсов.

По нашему мнению, гиперадаптивная реакция, описанная А.Н. Флейшманом (2001), в ситуации антиципации вызывают у студентов гиперкомпенсацию функций центральной нервной системы, обеспечивающих основные когнитивные процессы, удовлетворяющие требованиям модели нагрузки.

Нестандартные условия инструкции и установка на необходимость концентрации внимания и памяти, инициировали «преждевременное» возбуждение, выраженное в высоких значениях низкочастотного компонента – LF.

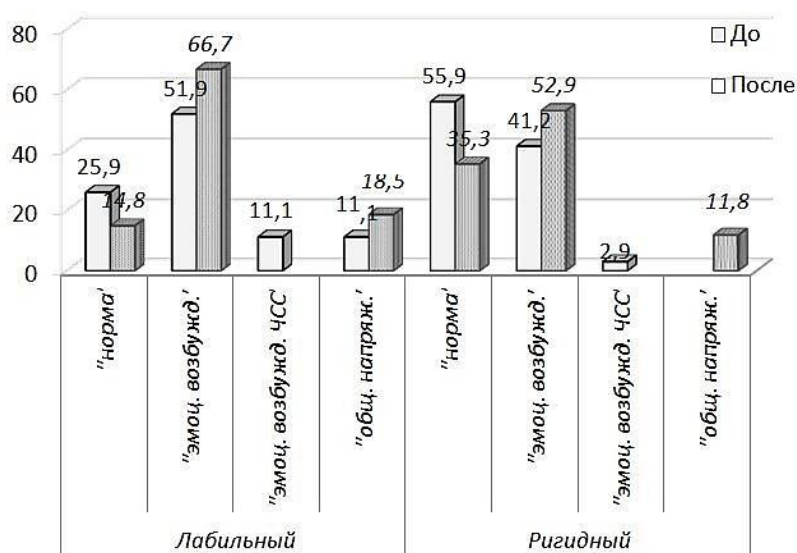


Рис. 1. Изменение распределения студентов с различной степенью вегетативного реагирования нервной системы в ситуации выполнения нагрузки с использованием АТМ (ось ординат - % обследованных; ось абсцисс - функциональные классы по В.А. Машину, 2011).

Регуляция деятельности в принципиально новых по сценарию тестирования условиях характеризуется стабильностью показателей, практическим отсутствием их изменений к окончанию времени выполнения нагрузки. Более того, по сравнению с исходными данными сохраняется структура распределения основных частотных компонентов: VLF - 32,6%, LF - 44,3% и HF - 23,1%.

Анализ динамики распределения студентов с учетом функциональных классов, характеризующих степень эмоционального возбуждения или напряжения, позволяет констатировать незначительные изменения, связанные с переходом студентов из одного функционального состояния в другое (рис. 1). Закономерными чертами изучаемого распределения является сохранение к окончанию времени выполнения нагрузки группы студентов, с проявлением нормальных значений показателей вегетативной регуляции – вариабельности сердечного ритма независимо от уровня нейропластичности.

Однако, если среди студентов с высокой пластичностью нервной системы, число представителей с нормальными значениями показателей сердечного ритма к окончанию времени пробы сократилось практически вдвое, то среди студентов с ригидным психо-

типом на треть. Восприятие инструкции и напряженный период антиципации, вероятно, обусловили наличие состояния, характеризующегося активацией эмоционального возбуждения, что выражается в однонаправленном увеличении показателя гуморально-метаболического звена регуляции и показателя тонуса вегетативной регуляции в сторону усиления вагусного влияния на сердечный ритм. Среди лабильных прирост количества студентов, испытывающих эмоциональное возбуждение, составил 14,8%, тогда как в группе представителей ригидного психотипа таких студентов стало больше на 11,7%. Кроме того, к окончанию времени выполнения нагрузки общее напряжение испытывали 18,5% студентов с лабильным психотипом и 11,8 – с ригидным. Вероятно, реакция организма в виде снижения общего тонуса вегетативной регуляции на фоне высоких значений показателя нейрогуморального и метаболического уровней регуляции, определяется факторами субъективной сложности задания и длительности его выполнения.

Вывод. В целях снижения уровня психической напряженности в практике контрольно-испытательных мероприятий использована разработанная адаптирующая тестирующая система, реализующая индивидуальный подход к оценке знаний студентов. Оценка реактивности вегетативной нервной системы (по показателям вариабельности сердечного ритма) позволила заключить, что результативность тестирования не зависит от типа нейропластичности ЦНС обследуемых.

Применение в практике контрольно-измерительных мероприятий адаптивной тестирующей модели достоверно снижает напряженность деятельности студентов независимо от психофизиологического типа, что выражается в сохранении до конца тестирования относительно высоких уровней функциональных возможностей и устойчивости реакции, снижении напряженности систем вегетативной регуляции более, чем до 80% испытуемых, в увеличении результативности тестирования и снижении времени тестирования в два раза, по сравнению с результатами традиционной формы тестирования.

Список литературы:

1. Байгужин П.А. Моделирование умственной нагрузки как способ управления напряженностью интеллектуального труда студентов / П.А. Байгужин, О.В. Байгужина // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6-0. С. 656.
2. Друкер П.Ф. Бизнес и инновации / П.Ф. Друкер. – М.; СПб.; Киев: Вильямс, 2007. 432 с.
3. Лоскутова Т.Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. 1975. №1. С. 3-11.
4. Марютина Т.М., Ермолаев О.Ю. Введение в психофизиологию. – М.: Московский психолого-социальный ин-т: Флинта, 2002. 400 с.
5. Машин В.А. К вопросу классификации функциональных состояний человека // Экспериментальная психология. 2011. Т.4, № 1. С. 40-56.
6. Флейшман А.Н. Медленные колебания кардиоритма и феномены нелинейной динамики: классификация фазовых портретов, показателей энергетики, спектрального и детрентного анализа. Медленные колебательные процессы в организме человека // Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики, хаоса и фракталов в физиологии и медицине: Материалы 3-го Всероссийского симпозиума. Новокузнецк, 2001. С.49-61.

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕВУШЕК РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ

Баженова А.Е., Алиев Н.Ш., Глазова О.А., Илюйкина И.В.
БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут
ae_bazhenova@mail.ru

INFLUENCE OF THE DYNAMIC LOAD OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM PARAMETERS IN WOMEN WITH DIFFERENT PHYSICAL PREPAREDNESS

Bazhenova A.E., Aliev N.S., Glazova O.A., Ilyuykina I.V.
Surgut state university

Резюме. На основе методов системного анализа и синтеза установлено, что динамическая нагрузка приводит к более выраженному увеличению объема 6-ти мерного параллелепипеда V_G , ограничивающего квазиаттрактор интегральных и временных показателей сердечно-сосудистой системы нетренированных испытуемых в сравнении с тренированными. Проведенное исследование основано на изучении зависимости параметров сердечно-сосудистой системы от вида деятельности и предрасположенности к виду физической нагрузки, несомненно, вносит свой вклад в развитие физиологии спорта и биофизики сложных систем с позиции теории хаоса-самоорганизации.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, девушки, динамическая нагрузка, квазиоттракты.

Summary. On the basis of methods of system analysis and synthesis it has been found that dynamic loading leads more pronounced increase in 6-dimensional parallelepiped V_G limiting quasiattractor constructed for integrated and temporal indices of cardiovascular system of untrained test subjects compared to trained. The study is based on the research of dependence of parameters of the cardiovascular system activity and predisposition to the forms of physical activity, undoubtedly contributes to development of sports physiology and biophysics of complex systems from the standpoint of the chaos-self-organization theory.

Keywords: cardiovascular system, girls, dynamic load, kvaziottrakta.

Введение. Общеизвестно, что физическая работа вызывает значительные перестройки всех функций организма, которые накладываются на особые условия проживания на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [3-4]. При этом возникает проблема оценки реального влияния физической нагрузки на организм человека. Многие авторы в своих исследованиях отмечают, что при выборе средств и методов повышения общей и специальной работоспособности в различных видах спорта и массовых формах физической культуры необходим учет особенностей организма женщин, как с физиологической, так и с биофизической (биомеханической) точки зрения. При этом особая роль отводится параметрам сердечно-сосудистой системы (ССС) человека [3, 4].

Состояние ФСО человека в условиях выполнения специфических двигательных задач представляет особый интерес в рамках теории хаоса-самоорганизации (ТХС), что и явилось предметом нашего исследования.

Методы. Исследование включало в себя изучение влияния динамической нагрузки на параметры ССС у девушек различной физической подготовки, проживающих в условиях ХМАО – Югры не менее 5 лет. В зависимости от степени физической активности было сформировано 2 группы девушек по 30 человек: студентки, занимающиеся физической культурой в рамках общеобразовательной программы университета, основной группы здоровья, и студентки, профессионально занимаю-

щиеся игровыми видами спорта (баскетбол и волейбол), имеющие спортивную квалификацию не ниже 1 взрослого разряда.

Измерения проводились с помощью пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С2». Регистрацию пульсовой волны осуществляли специальным фотооптическим датчиком (в виде прищепки), который крепили на дистальную фалангу указательного пальца левой руки, в положении сидя в течение 5 мин, до и после динамической нагрузки (стандартизированная проба 30 приседаний за 20 сек.) [5].

При помощи программы «ELOGRAPH» в режиме реального времени изучали влияния динамической нагрузки на параметры ССС с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов.

Расчет параметров квазиаттракторов (КА) производился при помощи метода многомерных фазовых пространств в соответствии с рекомендациями В.М Еськова и соавт. «Программы идентификации параметров КА поведения вектора состояния биосистем в *m*-мерном фазовом пространстве» [1].

Статистические расчеты проводились с применением пакета Statistica v. 10. Для каждого из показателей определялись среднее значение и стандартное отклонение. Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования в зависимости от распределения производились методами параметрической и непараметрической статистики (критерий Стьюдента, Вилкоксона, Манна-Уитни) [2]. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц Microsoft EXCEL.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследований и статистической обработки данных были получены следующие сводные количественные характеристики результатов изменения параметров ССС, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Интегральные и временные показатели ССС девушек с различной физической подготовленностью до и после динамической нагрузки (n=30)

Показатели	Нетренированные			Тренированные		
	до	после	p	до	после	p
SIM	4,63± 3,25	6,60± 5,71	0,25	2,97± 2,25	2,33± 2,35	0,016
PAR	11,5± 1,94	10,15± 2,22	0,43	13,87± 5,64	17,47± 5,92	0,0004
HR	84,5± 3,69	100,5± 4,27	0,00003	74,93± 3,8	79,43± 4,32	0,000005
SDNN	50,43± 16,24	79,2± 28,27	0,0001	63,83± 25,7	121,1± 50,4	0,000003
INB	58,46± 40,24	107,56± 102	0,043	35,73± 25,1	29,93± 23,7	0,03
SpO ₂	97,60± 0,67	98± 0,94	0,031	97,47± 0,73	97,67± 0,8	0,26

Примечание: n – количество обследуемых, SIM – индекс активности симпатического звена ВНС (у.е.), PAR – индекс активности парасимпатического звена ВНС (у.е.), HR – частота сердечных сокращений (уд/мин), SDNN – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (мс), INB – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому (у.е.), SpO₂ – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом (%), p – достоверность значимых различий (p<0,05).

Из полученных данных наблюдается резкое увеличение INB у нетренированных девушек. Это связано с увеличением показателя активности симпатического звена – SIM. Обратная картина наблюдается у тренированных испытуемых. Показатели напряжения INB уменьшаются с $35,73 \pm 25,15$ у.е. до $29,93 \pm 23,66$ у.е., SIM – с $2,97 \pm 2,25$ у.е. до $2,33 \pm 2,35$ у.е. При этом установлены следующие показатели PAR: нетренированные – до нагрузки $11,5 \pm 1,94$ у.е., после – $10,15 \pm 2,22$ у.е.; тренированные – до нагрузки $13,87 \pm 5,64$ у.е., после – $17,47 \pm 5,92$ у.е., т.е. у тренированных нагрузка оказывает кондиционирующее действие.

Среднее значение ЧЧС у нетренированных испытуемых в покое составляет $84,5 \pm 3,69$ уд/мин, у тренированных $74,93 \pm 3,8$ уд/мин. После нагрузки значение ЧСС увеличивается до $100,5 \pm 4,27$ уд/мин и $79,43 \pm 4,32$ уд/мин соответственно.

Достоверно значимых различий показателей SIM, PAR не было выявлено у нетренированных девушек. У тренированных испытуемых, не отмечаются достоверно значимые различия SpO_2 , что тоже демонстрирует отсутствие резких изменений в параметрах CCC.

При сравнении показателей CCC у нетренированных и тренированных девушек до нагрузки достоверными являются: SIM, SDNN, INB, где $p < 0,05$; HR, где $p < 0,001$. При сравнении испытуемых после стандартизированной нагрузки достоверность различий по показателям SIM, PAR, SDNN, INB, HR, составила $p < 0,001$.

На основе методов системного анализа и синтеза, исследована динамика поведения параметров КА в 6-ти мерном фазовом пространстве интегральных и временных показателей CCC нетренированных и тренированных испытуемых до и после стандартизированной динамической нагрузки. У нетренированных испытуемых коэффициент асимметрии R_x до нагрузки равен $43,11$ у.е., а после стандартизированной динамической нагрузки $84,68$ у.е. Объем 6-мерного параллелепипеда V_G , ограничивающего КА нетренированных, составляет $0,19 \cdot 10^9$ у.е. до нагрузки и $3,91 \cdot 10^9$ у.е. после. Таким образом, объем КА у этих испытуемых после предъявленной динамической нагрузки увеличился в 21 раз.

У тренированных испытуемых коэффициент асимметрии R_x до нагрузки равен $34,98$ у.е., а после стандартизированной динамической нагрузки $33,76$ у.е. Объем 6-мерного параллелепипеда V_G , ограничивающего КА, составляет $0,31 \cdot 10^9$ у.е. до нагрузки и $0,72 \cdot 10^9$ у.е. после. Таким образом, объем КА у тренированных испытуемых после предъявленной динамической нагрузки увеличился всего в 2,3 раза.

Методом исключения отдельных признаков был выполнен системный синтез. Его результаты позволили выявить параметры порядка путем сравнения размеров КА до динамической нагрузки и после у нетренированных и тренированных испытуемых. Ведущим параметром порядка, который существенно влиял на поведение вектора состояния человека у нетренированных испытуемых среди интегральных и временных показателей является показатель индекса напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому (ИНБ), а у тренированных показатель стандартного отклонения полного массива кардиоинтервалов (SDNN).

Анализ объемов КА показал, что параметр $R0$ (относительная погрешность), отражающий степень изменения объема КА для каждого кластера до и после уменьшения размерности фазового пространства, в группе нетренированных составляет 94,98%, а тренированных 56,51%.

Анализ расстояний Z_{ij} между центрами хаотических КА интегральных и временных показателей CCC (таблица 2) показал что, наименьшее расстояние отмечено при сравнении тренированных и нетренированных девушек до предъявленной динамической нагрузки и составило – $z_{31} = 63,6$ у.е. После предъявленной нагрузки расстояние

между центрами хаотических КА тренированных и нетренированных испытуемых увеличивается в 2,3 раза, и составило – $z_{42}=146,81$ у.е.

Таблица 2

Матрица идентификации расстояний (Z_{ij} , у.е.) между центрами хаотических КА интегральных и временных показателей ССС организма девушек с различной физической подготовкой до и после динамической нагрузки в 6-ти мерном фазовом пространстве

		Нетренированные		Тренированные	
		до z_1	после z_2	до z_3	после z_4
Нетренированные	до z_1	$z_{11} = 0,00$	$z_{21} = 97,88$	$z_{31} = 63,60$	$z_{41} = 99,58$
	после z_2	$z_{12} = 97,88$	$z_{22} = 0,00$	$z_{32} = 139,73$	$z_{42} = 146,81$
Тренированные	до z_3	$z_{13} = 63,60$	$z_{23} = 139,73$	$z_{33} = 0,00$	$z_{43} = 48,01$
	после z_4	$z_{14} = 99,58$	$z_{24} = 146,81$	$z_{34} = 48,01$	$z_{44} = 0,00$

При сравнении соответствующих динамик (тренированные до и после нагрузки, нетренированные до и после нагрузки), расстояние между центрами хаотических квазиаттракторов у нетренированных испытуемых увеличивается почти в 2 раза, по сравнению с тренированными и составляют $z_{21} = 97,88$ у.е. и $z_{43} = 48,01$ у.е. соответственно.

Таким образом, новые биофизические методы в полной мере определили закономерности состояния системы в целом в ответ на физическую динамическую нагрузку тренированных и нетренированных девушек проживающих на территории ХМАО – Югры.

Выводы:

1. Статическая обработка полученных данных ССС девушек различной физической подготовки не показывает статистических достоверные различия в картине влияния динамической нагрузки на организм испытуемых по всем параметрам x_i (признаков состояния ССС).

2. С помощью матриц межаттракторных расстояний, установлено, что данная нагрузка (30 приседаний) вызывает увеличение расстояния Z_{ij} между центрами хаотических КА интегральных и временных показателей нетренированных и тренированных девушек почти в 2,5 раза при сравнении $z_{13}=63,6$ начального и $z_{24}=146,81$ конечного состояния ССС. При сравнении соответствующих динамик (тренированные до и после нагрузки 48 у.е., нетренированные до и после 98 у.е.) имеет быть двукратное различие. Последнее представляет меру тренированности организма спортсменов по отношению к лицам, не занимающихся спортом.

Список литературы:

1. Еськов В.М. , Хадарцев А.А. , Еськов В.В. , Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.
2. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.
3. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.

4. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3-24.

5. Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Кожемов А.А., Фудин Н.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации // Теория и практика физической культуры. 2013. № 9. С. 87-93.

ДИНАМИКА КАРДИОИНТЕРВАЛОВ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Башкатова Ю. В., Пахомов А. А., Нерсисян Н.Н., Сорокина Л.С.

БУ ВО «Сургутский государственный университет»

yuliya-bashkatova@yandex.ru

DYNAMICS OF STUDENTS RR-INTERVALS IN TERMS OF PHYSICAL ACTIVITY

Bashkatova Yu. V., Pakhomov A. A., Nersisyan N. N., Sorokina L. S.

Surgut State University

Резюме. Методами классической статистики и теории хаоса - самоорганизации изучалось поведение вектора состояния сердечно-сосудистой системы у групп тренированных и нетренированных студентов в ответ на дозированную физическую нагрузку. Установлено, что у студентов без физической подготовки показатели сердечно-сосудистой системы увеличиваются после нагрузки. Показана практическая возможность применения методов теории хаоса-самоорганизации в оценке реакции сердечно-сосудистой системы человека на динамическую физическую нагрузку. В качестве меры состояния сердечно-сосудистой системы человека (до нагрузки и после нагрузки) использованы квазиаттракторы движения вектора состояния системы.

Ключевые слова: кардиоинтервал, студенты, физическая нагрузка, реакция организма.

Summary. Methods of classical statistics and the theory of chaos and self-organization studied the behavior of the vector of the cardiovascular system in groups of students trained and untrained in response to dosed physical stress. It was found that students without physical fitness indicators of cardio area quasi-attractors increased after exercise. The study had shown significant changes in the dynamics of the behavior of the parameters of functional systems of the human body compared to the stochastic approach based on the histogram and Shannon entropy. It is shown the feasibility of application of chaos theory, self-organization in the evaluation of the reaction of the cardiovascular system of the person on the dynamic exercise. As a measure of a condition of cardiovascular system of the person (to loading and after loading) quasiattractors of the movement of a vector of a condition of system.

Keywords: cardiointerval, students, exercise stress, reaction of an organism.

Введение. Физическая нагрузка оказывает выраженное воздействие на организм человека, вызывая изменения в деятельности опорно-двигательного аппарата, обмена веществ, внутренних органов и нервной системы. Степень воздействия физической нагрузки определяется ее величиной, интенсивностью и продолжительностью. Адаптация организма к физической нагрузке в значительной мере определяется повышением активности сердечно-сосудистой системы, которая проявляется в повышении частоты сердечных сокращений (ЧСС), повышении сократительной способности мио-

карда, увеличении ударного и минутного объема крови [1,3,7]. Однако не все испытуемые демонстрируют такой результат.

Адаптация организма здоровых людей к физической нагрузке происходит оптимальным способом, за счет повышения величины как ударного объема крови, так и частоты сердечных сокращений. У спортсменов используется самый оптимальный вариант адаптации к нагрузке, поскольку благодаря наличию большого резервного объема крови при нагрузке происходит более значительное повышение ударного объема [2, 4-7].

Частота сердечных сокращений широко используется для наблюдений за характером приспособительных реакций и для оценки адаптации организма к физической нагрузке. У многих жителей Югры под влиянием однократной физической нагрузки ЧСС в начале выполнения нагрузки повышается, затем стабилизируется на определенном уровне, а после прекращения нагрузки восстанавливается до исходного уровня [3-7].

Основной целью *настоящего исследования* является анализ степени выраженности постнагрузочных изменений в функциональном состоянии организма и прогнозирование состояния здоровья [5] с позиции стохастики и теории хаоса – самоорганизации (ТХС).

Объект и методы исследования. Объектом настоящего исследования явились студенты 1-3 курсов БУ ВО «Сургутский государственный университет», проживающие на территории округа не менее 5 лет. В зависимости от степени физической активности испытуемых разделили на 2 группы по 30 человек. В первую группу отнесли студентов основной группы здоровья, занимающихся физической культурой в рамках общеобразовательной программы университета. Вторую группу составили студенты СурГУ, профессионально занимающиеся игровыми видами спорта (баскетбол и волейбол).

Обследование студентов производили с помощью пульсоксиметра (ЭЛОКС-01 М, г. Самара). Специальным фотооптическим датчиком в положении сидя в течение 5 мин регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), индекса напряжения Баевского, а также рассчитывали компоненты спектральной мощности вариабельности сердечного ритма (ВСР). После выполнения стандартизированной динамической нагрузки (30 приседаний) регистрацию продолжали в течение 5 минут.

Обработку данных осуществляли при помощи традиционных статистических методов и методов ТХС, которые обеспечили расчет параметров КА поведения вектора состояния системы (ВСС) в фазовом пространстве состояний (ФПС). Расчет параметров квазиаттракторов производился при помощи зарегистрированной «Программы идентификации параметров квазиаттракторов» [4-7].

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований и статистической обработки данных были получены следующие сводные количественные характеристики результатов изменения параметров сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы, представленных в табл. 1.

Из полученных данных (см. табл. 1) видно незначительное увеличение таких показателей как SIM, PAR, HR и SDNN у нетренированных испытуемых. Также наблюдалось резкое увеличение INB у нетренированных испытуемых в связи с увеличением показателей SIM. Обратная картина у тренированных испытуемых. Происходит незначительное уменьшение показателей SIM и HR и значительное уменьшение показателя напряжения INB, т.е. нагрузка у тренированных оказывает стабилизирующее действие. Возбуждение парасимпатического отдела нервной системы приводит к уменьшению частоты возбуждения и частоты сердечных сокращений у тренированных лиц. Под воздействием дозированной физической нагрузки парасимпатическая часть нервной системы начинает доминировать, что оказывает влияние на блуждающий нерв (управляет

ритмом сердца). Несмотря на снижение ЧСС в покое у тренированных лиц остается неизменной или снижается незначительно.

Таблица 1

Интегральные и временные показатели регуляции сердечно-сосудистой системы со стороны вегетативной нервной системы у нетренированных и тренированных испытуемых до и после физической нагрузки (n=30)

Показатели	Нетренированные студенты			Тренированные студенты		
	нагрузки		p	нагрузки		p
	до	после		до	после	
SIM	4,93± 0,78	6,3± 1,79	0,4748	2,7± 0,43	2,03± 0,38	0,0298
PAR	10,9± 0,86	11,8± 1,13	0,3463	14,87± 1,09	16,45± 1,29	0,0554
HR	87,73± 2,30	88,2± 2,62	0,8854	75,4± 2,35	74,72± 2,25	0,4935
SDNN	43,77± 2,67	44,53± 3,18	0,6406	62,57± 5,32	69,48± 5,96	0,0152
INB	67,6± 10,43	95,47±3 2,21	0,5377	38,33± 6,84	30,14± 5,22	0,0158
SpO2	97,73±0, 16	97,93±0, 14	0,0759	97,87± 0,16	97,97± 0,14	0,6603

Примечание: n-количество обследуемых, SIM, у.е. – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR, у.е. – индекс активности парасимпатического звена ВНС, HR уд/мин – частота сердечных сокращений, SDNN, мс – стандартные отклонения полного массива кардиоинтервалов, INB у.е. – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO2, % – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом. p – достоверность значимых различий, по критерию Вилкоксона ($p>0,05$)

При определении показателей сердечного ритма у хорошо тренированных испытуемых установлено преобладание активности парасимпатической нервной системы до и после дозированной физической нагрузки, что свидетельствует о высоком уровне адаптации и экономичности деятельности основных функциональных систем их организма.

Параметры квазиаттракторов кардиоинтервалов у нетренированных и тренированных студентов до и после физической нагрузки представлены в табл. 2.

Установлено, что у тренированных студентов отсутствуют полностью статистически значимые различия параметров квазиаттракторов кардиоинтервалов до и после физической нагрузки ($p>0,05$). У нетренированных статистически значимые различия только по площади ($p=0,0350$). Из полученных данных, представленных в табл. 2, наблюдалось резкое увеличение показателя площади квазиаттракторов кардиоинтервалов у нетренированных испытуемых после физической нагрузки ($0,099 \cdot 10^6$ у.е.). Таким образом, площадь квазиаттракторов кардиоинтервалов у нетренированных испытуемых после выполненной нагрузки увеличилась в 1,5 раза. У тренированных лиц происходило незначительное увеличение показателей площади (на 6%) после физической нагрузки.

Таблица 2

Параметры квазиаттракторов кардиоинтервалов у нетренированных и тренированных студентов до и после физической нагрузки (n=30)

Параметры Квазиат- тракторов (у.е.)	Нетренированные студенты			Тренированные студенты		
	нагрузка		p	нагрузка		p
	до	после		до	после	
<i>S</i>	0,072*10 ⁶	0,099*10 ⁶	0,035	0,152*10 ⁶	0,157*10 ⁶	0,0937
<i>V</i>	70,35*10 ⁶	93,46*10 ⁶	0,0545	196,35*10 ⁶	179,81*10 ⁶	0,1982

Примечание: n-количество обследуемых, *S* – площадь кардиоинтервалов, у.е.;
V – объем кардиоинтервалов, у.е.; *p* – достоверность значимых различий,
 по критерию Вилкоксона ($p > 0,05$)

Заключение. На дозированную физическую нагрузку организм реагирует мобилизацией функциональных резервных механизмов, сглаживающих и компенсирующих возможные нарушения гомеостаза.

Организм тренированных испытуемых более устойчив к стрессорным факторам, создаваемым дозированной физической нагрузкой, чем организм нетренированных испытуемых, и более длительное время сохраняет состояние хорошей адаптации к физическим нагрузкам.

С позиции теории хаоса и самоорганизации можно объективно проанализировать тренировку спортсмена и определить насколько правильно спортсмен выполнил тренировочное задание. На основе этого анализа можно исправить ошибки в тренировочном процессе, если они есть.

Использование запатентованных методик показало, что мы можем определять параметры КА как для отдельных испытуемых, так и их групп и сравнивать их хаотическую динамику во времени или в фазовом пространстве состояний. Расчет параметров квазиаттракторов сердечно-сосудистой системы показывает индивидуальное различие по всем диагностическим параметрам, что позволяет объективно оценивать динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость.

Список литературы:

1. Веракса А.Н., Горбунов Д.В., Шадрин Г.А., Стрельцова Т.В. Эффект Еськова-Зинченко в оценке параметров теппинга методами теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 17-24.
2. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Новые методы изучения интервалов устойчивости биологических динамических систем в рамках компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. 11. № 3. С. 5-6.
3. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Каменев Л.И. Новые биоинформационные подходы в развитии медицины с позиций третьей парадигмы (персонифицированная медицина - реализация законов третьей парадигмы в медицине) // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19. № 3. С. 25-28.
4. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4(20). С. 66-73.
5. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.

6. Еськов В.М. , Хадарцев А.А. , Еськов В.В. , Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.

7. Филатов М.А., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова-Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 24-32.

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У
КУРСАНТОВ АВТОШКОЛЫ В НАЧАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ
ФОРМИРОВАНИЯ ВОДИТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ**

Бебинов С.Е., Щербак Л.В.

Омский Государственный Аграрный университет, Омск, Россия

Кыргызско-Российский Славянский университет,

Бишкек, Кыргызстан

bebinov.ru@gmail.com, L20081945@gmail.com

**THE DYNAMICS OF HEART RATE VARIABILITY IN DRIVING SCHOOL
CADETS IN THE INITIAL PERIOD OF INFORMATION OF DRIVING SKILLS**

Bebinov S.E., Scherbak L.V.

Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan

Резюме. У курсантов автошколы города Омск регистрировали и анализировали кардиоинтервалограммы в покое сидя в учебном помещении. Затем проводилось снятие и анализ характеристик ритмограмм у курсантов в покое, за рулём до заездов. Первый заезд проводился в течение 45 минут, сразу после заезда снималась кардиоинтервалограмма в течение 5 минут. Затем проводился второй заезд в течение 45 минут с последующим 5 минутным снятием кардиоинтервалограмм, во время остановки. Дана оценка результатов кардиоинтервалограммы после первого и второго заездов.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, автошкола, курсанты, вегетативная нервная система.

Summary. Among cadets driving school the city of Omsk recorded and analyzed cardiointervalograms at rest sitting in classroom. Then conducted taking and analysis characteristics rhythmograms at rest before race behind the steering wheel. First race conducted during 45 minutes, at once after arrival taking cardiointervalograms during 5 minutes. Then conducted second race during 45 minutes with followed by taking cardiointervalograms during 5 minutes, during a stop. The estimation results cardiointervalogram after the first and second races.

Keywords: variability of a rhythm of heart, driving school, cadets, autonomic nervous system.

Введение. В современных условиях высокий уровень автомобилизации значительно осложняет условия дорожного движения. Применительно к повышению безопасности управления автомобилем часто говорят о совершенствовании организации движения, технических решениях, призванных повысить безопасность эксплуатации транспортных средств, и в то же время недостаточно соотносят эти факторы с закономерностями деятельности самого водителя, наличием у него профессионально важных качеств, и при их недостаточном уровне – индивидуальными возможностями их компенсации. Помимо выполнения особых приемов управления автомобилем, зависящих от условий дорожного движения, человек за рулем находится в состоянии высокой физической активности, в обстановке повышенной моральной ответственности за жизнь,

здоровье пассажиров и сохранность материальных ценностей. Но, к сожалению, в большинстве случаев единственным инструментом профессионального отбора выступает медицинское заключение о состоянии здоровья.

К настоящему времени многими исследователями показано, что чувствительными маркерами к физическим и психическим нагрузкам являются показатели вариабельности сердечного ритма.[2,3] Для оптимизации обучения водительским навыкам в настоящей работе была поставлена цель – изучить динамику показателей вариабельности сердечного ритма у курсантов автошкол на начальных этапах освоения практического вождения автомобиля.

Материалы и методы обследования. Обследовались курсанты обоего пола автошколы г. Омска в количестве 24 человек, возраст испытуемых 18-19 лет.

Ход обследования был разделен на этапы:

- 1- регистрация КИГ в течение 5 минут в покое сидя в помещении автошколы;
- 2- регистрация КИГ в течение 5 минут у обследуемого, сидящего за рулем автомобиля в покое;
- 3 – регистрация КИГ после 45 минут вождения автомобиля в течение 5-ти минутной остановки;
- 4 – регистрация КИГ после следующих 45 минут вождения в течение 5 минутной остановки.

Запись и анализ КИГ проводились с использованием аппаратно-программного комплекса с соблюдением всех условий записи указанных в руководстве, разработанным группой профессора Р. М. Баевского [1].

Результаты исследования. В таблице представлены поэтапные результаты средних значений КИГ и указана достоверность различий между значениями ВРС на этапах.

Индекс напряжения механизмов адаптации в кабинетных условиях в покое был невелик ($49,45 \pm 6,53$). Значения в покое других выбранных показателей ВРС, дополняли значения индекса напряжения. Так амплитуда моды (АМО) была ($32,5 \pm 2,01$), также отражала нормотоническую направленность. Соотношение низкочастотной и высокочастотной составляющих при спектральном анализе ($1,48 \pm 0,15$) отражало нормотоническую картину с небольшой тенденцией к превалированию активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Таблица

Соотношение некоторых характеристик вариабельности сердечного ритма курсантов автошколы на этапах обследования.

Этапы обследования	Частота пульса	ИН	Амо	LF/HF	Total Power
Фон сидя в помещении	$75 \pm 2,2$	$49,45 \pm 6,53$	$32,5 \pm 2,01$	$1,48 \pm 0,15$	5046 ± 469
Фон до 1-го заезда	$78 \pm 2,94$	$54 \pm 10,35$	$35,7 \pm 13,1$	$1,72 \pm 0,23$	4255 ± 564
После 1-го заезда	$80,5 \pm 2,14$ $P < 0,05$	$89 \pm 15,1$ $P < 0,05$	$39,9 \pm 2,9$ $P < 0,05$	$2,64 \pm 0,7$ $P < 0,05$	3668 ± 594 $P < 0,05$
После 2-го заезда	$80 \pm 2,5$ $P > 0,05$	$89,1 \pm 20,85$ $P > 0,05$	$41,5 \pm 4,8$ $P < 0,05$	$1,72 \pm 0,27$ $P < 0,05$	3259 ± 469 $P < 0,05$

Примечание: Достоверность различий между фоновыми значениями незначительна. После каждого заезда различия достоверно увеличиваются по сравнению с фоновыми значениями показателей.

Посадка за руль и вождение автомобиля по реальной трассе несколько учащает пульс курсантов, хотя статистические показатели не показывают достоверных различий средних значений пульса в фоне и при первой нагрузке. Многие авторы считают, что показатели вариабельности ритма более чувствительны по сравнению с пульсом к физическим и психическим нагрузкам.

Достоверные различия значений ВСР по сравнению с фоном отчетливо выявляются после 1-го заезда и в несколько меньшей степени после 2-го заезда, хотя после обоих заездов отмечается умеренное учащение пульса. Значения индекса напряжения механизмов регуляции отражают увеличение показателя и его сохранение на достаточно высоком уровне. Уровень амплитуды моды после 2-х заездов находится в диапазоне от 32 до 41, изменение этой характеристики наблюдается после первого и в меньшей степени после второго заезда. И первый, и второй заезд приводят к нарастанию и поддержанию умеренной степени активности симпатического отдела вегетативной нервной системы курсантов.

При спектральном анализе кардиоинтервалограммы выявлено, что значения индекса вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) уже после 1-го заезда подтверждают наличие процесса централизации регуляции ритма сердца. При этом волновая структура спектра кардиоинтервалограммы испытуемых изменяется в сторону уменьшения общей мощности спектра.

Обсуждение и выводы. Анализ вариабельности сердечного ритма курсантов выявил достоверное увеличение характеристик (пульс, индекс напряжения, амплитуда моды, вагосимпатический индекс и общая мощность спектра) после первого и второго заездов, по отношению к фону сидя и по отношению к фону сидя за рулем до заездов.

1. Характеристики вариабельности сердечного ритма (ВСР) снятые у слушателей автошколы в покое, сидя в помещении за столом в небольшой степени отличаются от показателей ВСР записанных в покое, при нахождении на рабочем месте за рулем автомобиля. Различия с фоном сидя в помещении с фоном за рулем отражает небольшое увеличение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы.

2. Заезд в течение 45 минут приводит к увеличению показателей ВСР, что отражает значительное повышение активности симпатических механизмов вегетативной нервной регуляции.

3. Заезд в течение вторых 45 минут поддерживает высокую активность симпатических образований, что также как и в первом заезде проявляется уменьшением ВСР.

4. Контроль над уровнем активности отделов вегетативной нервной системы во время заездов позволит вести коррекцию этой активности по показателям ВСР, тем самым поддерживая оптимальный режим освоения водительских навыков курсантами автошколы.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. [и др.] / Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1)// Вестник Аритмологии.- 2001. - № 24. С. 65

[Электронный ресурс]- www.vestar.ru (дата обращения: 05.02.2015)

2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.Э. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984.- 214с.

3. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний: Учебное пособие.- М.: Издательство МГУ, 1992. – 192с.

ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА КАРДИОИНТЕРВАЛОВ В УСЛОВИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Белощенко Д.В., Мороз О.А., Горбунова Д.С., Тен Р.Б.

Бюджетное учреждение высшего образования

Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

«Сургутский государственный университет», г. Сургут

d.beloshhenko@mail.ru

CHAOTIC DYNAMICS OF THE CARDIOINTERVALS IN CONDITIONS AN EXERCISE STRESS

Belashchenko D.V., Moroz O.A., Gorbunova D.S., Ten R.B.

Surgut state University

Резюме. С позиции теории хаоса-самоорганизации изучены многократные повторы параметров кардиоинтервалов (КИ) у тренированного испытуемого до и после физической нагрузки. Дозированная физическая нагрузка ведет к перестройке в механизме регуляции КИ о чем свидетельствует анализ регистрации 15-ти повторов КИ у испытуемого: результат "совпадений" пар получается сходным: 10,5% (до нагрузки) и 6,5 (после нагрузки) от общего числа сравниваемых пар, которые относятся к общей генеральной совокупности.

Ключевые слова: хаотическая динамика, кардиоинтервал, физическая нагрузка, сердечно-сосудистая система.

Summary. According to theory of chaos-selforganization we investigated numerical repetition of cardiointerval registration for special training man before and after special physical excesses. The special excesses provide the perturbation of all regulation system of cardiointerval. The results obtain after is repetition of such experiments: before excesses we have 10,5% pare equal and after such training we have 6,5% (these pares may be include into some equal general complex).

Keywords: chaotic dynamics, cardiointerval, exercise stress, cardiovascular system.

Введение. Одной из важнейших проблем исследования функциональных систем организма (ФСО) человека является изучение особенностей регуляции сердечно-сосудистой системы (ССС). Население, регулярно занимающееся физическими упражнениями в условиях проживания на Севере РФ, подвергается комплексному воздействию неблагоприятных климато-географических факторов. Любая физическая нагрузка вызывает у человека реакцию, которая существенно отличается у тренированных и нетренированных испытуемых. Несомненный интерес вызывает именно изучение показателей функциональных систем организма человека в ответ на действие дозированной физической нагрузки. Настоящие исследования направлены на изучение хаотической динамики поведения кардиоинтервалов у тренированного испытуемого в ответ на дозированную физическую нагрузку.

Методы. Исследование включало в себя изучение влияния динамической нагрузки на параметр СССР а именно значение кардиоинтервалов у девушки, занимающейся игровым видом спорта (баскетболом) 12 лет и, проживающей на Севере РФ более 23 лет.

Обследование испытуемой производили с помощью пульсоксиметра (ЭЛОКС-01 М, г. Самара). Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica6.1». Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования в зависимости от распределения производились методами параметрической и непараметрической статистики (критерий Стьюдента, Вилкоксона, Манна-

Уитни). Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц Microsoft EXCEL [1-5].

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследований и статистической обработки данных были получены матрицы парных сравнений выборок (табл. 1), которые демонстрируют число пар совпадений (k). При использовании непараметрического критерия Вилкоксона были получены многочисленные таблицы, в которых представлены результаты сравнения значений КИ для 15-ти повторов выборок КИ по 15 выборок в каждой серии. В качестве примера представлены результаты обработки данных значений КИ тренированной испытуемой до физической нагрузки в виде матрицы (15×15) для одной (из всех 15-ти) серии (табл. 1).

Таблица 1

Уровни значимости для попарных сравнений 15-ти выборок параметров кардиоинтервалов тренированного испытуемого до физической нагрузки при повторных экспериментах ($k=11$), рассчитывался непараметрический критерий Вилкоксона (Wilcoxon Signed Ranks Test)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.19	.00	.00	.08	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.23	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.27	.00	.00	.11	.00	.04	.00	.77	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.27		.00	.00	.25	.00	.01	.00	.09	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.12
6	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.18	.00	.00
7	.19	.00	.11	.25	.00	.00		.00	.00	.00	.02	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.11	.00
9	.00	.00	.04	.01	.00	.00	.00	.00		.00	.03	.00	.00	.00	.00
10	.08	.23	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.77	.09	.00	.00	.02	.00	.03	.00		.00	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.18	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.11	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	.00	.00	.00	.00	.12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

Примечание: **p** – достигнутый уровень значимости
(критическим уровнем принят $p < 0,05$)

Характерно, что все статистические функции распределения $f(x)$ выборок кардиоинтервалов показывают хаос (нет подряд повторов). Здесь k – это число пар выборок, которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности. Из табл. 1 следует, что k имеет небольшие значения ($k=11$) для тренированной испытуемой до физической нагрузки. Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) кардиоинтервалов после физической нагрузки испытуемой (табл. 2).

Результат попарного сравнения всех 15-ти серий по 15 выборок в каждой серии значений кардиоинтервалов у тренированной испытуемой после физической нагрузки, показал что дозированное физическое воздействие значимо влияет на параметры КИ практически всех выборках. Все серии показали уменьшение k после нагрузки. В целом для кардиоинтервалов тренированной испытуемой характерно небольшое значение k (до нагрузки ~11, после ~7), но при напряжении организма доля стохастичности незначительно уменьшается (k снижается).

Таблица 2

Уровни значимости для попарных сравнениях 15-ти выборок параметров кардиоинтервалов тренированного испытуемого после физической нагрузки при повторных экспериментах ($k=7$), с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (Wilcoxon

Signed Ranks Test)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.92	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.92	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.00	.00		.30	.24	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.30		.08	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.24	.08		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.81	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.81		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.60	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.60		.02	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.02		.41	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.41		.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

Примечание: **p** – достигнутый уровень значимости
(критическим уровнем принят $p < 0,05$)

Выводы:

1. Расчет матриц парных сравнений выборок КИ у тренированной испытуемой показал уменьшение числа k совпадений для кардиоинтервалов. Это свидетельствует о существенном формировании адаптационных т.к. нетренированные испытуемые показывают большее значение k , однако в любом случае $k < 20$ и тогда возникает вопрос о гомеостазе (с чем сейчас работает медицина и биология?).

2. Новые методы исследования функциональных систем организма человека на Севере (построение матриц (15×15)) могут быть использованы для оценки адекватности физических тренировок индивидуальному функциональному резерву. Изучение состояния механизмов регуляции, определение степени напряжения регуляторных систем имеют большое значение для оценки особенностей адаптации организма человека к физическим нагрузкам.

Список литературы:

1. Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 106-110.

2. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатова О.Е. Использование статистических методов и методов многомерных фазовых пространств при оценке хаотической динамики параметров нервно-мышечной системы человека в условиях акустических воздействий // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21. № 2. С. 6-10.

3. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.

4. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.

5. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.

6. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3-24.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБЛАДАНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ РИТМА СЕРДЦА У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИГРОКОВ В ВОЛЕЙБОЛ

Берсенеv Е.Ю.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Государственный научный центр Российской Федерации — Институт
медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва
bersenev_evgenii@mail.ru

SOME FEATURES OF PREVALENCE OF LOW-FREQUENCY FLUCTUATIONS OF THE RHYTHM OF HEART AT PROFESSIONAL PLAYERS IN VOLLEYBALL

Bersenev E.Y.

Institute of medicobiological problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация: В сообщении приводятся среднегрупповые значения показателей вариабельности сердечного ритма профессиональных волейболистов. Описывается пример преобладания низкочастотных колебаний ритма сердца, отражающий смещение частоты дыхания в более медленный диапазон. Этот эффект проявляется у четверти спортсменов, сформирован в результате специфических соревновательных нагрузок и отражает адаптацию кардиореспираторной системы организма задействовать более широкий диапазон регуляции дыхания, сердцебиения и гемодинамики.

Ключевые слова: ритм сердца, волейболисты, дисрегуляция, симпатическая активность, медленноволновые колебания.

Abstract: This report presents mean group values of heart rate variability of professional volleyball players. Describes an example of the prevalence of low-frequency oscillations of heart rate, respiratory rate reflects the offset to the slower range. This effect manifests itself in a quarter of the athletes, formed as a result of specific competitive pressures and reflects the adaptation of cardiorespiratory system of the body to use a wider range of regulation of respiration, heart rate and hemodynamics.

Keywords: heart rate, volleyball, deregulation, sympathetic activity, slow-wave oscillations

Введение. Известно, что в соревновательном периоде, при интенсивных тренировочных нагрузках (или длительном их отсутствии) существенно изменяется уровень функционирования практически всех систем организма, в том числе мышечной, дыхательной, сердечно-сосудистой. В условиях покоя у тренированных спортсменов преобладает автономная регуляция, при этом вегетативный статус характеризуется преобладанием активности парасимпатического звена регуляции. В большей степени это касается игроков профессиональных клубов.

Методы исследования. В исследовании приняли участие спортсмены-волейболисты, члены команды «Динамо». Возраст тестируемых спортсменов от 20 до 28 лет, рост 200.8 ± 1.7 см, масса тела 94.5 ± 1.2 кг.

Исследование проводилось в условиях покоя, лежа, в утренние часы после 10-15 минут отдыха. Обследуемым было рекомендовано поддерживать дыхание в спокойном, удобном для них темпе, избегать спонтанных актов глотания. В день исследования тестируемые спортсмены не предъявляли жалоб на ухудшение самочувствия или недомогание. Спортсмен Пол-ий оценил свое состояние как повышенное утомление.

С помощью прибора «Варикард 2.51», осуществляли регистрацию ЭКГ в I стандартном отведении в течение 5 минут для дальнейшего анализа ВСР программой «ИС-КИМ 6». Данные ВСР представлены в таблице 1. Использовались 8 наиболее распространенных показателей ВСР.

Таблица 1

Данные статистического и спектрального анализа ВСР

Показатели ВСР	ЧСС	pNN50	KB	ИН	TP	HF	LF	VLF
	уд/м	%	%	усл.ед	мсек ²	мсек ²	мсек ²	мсек ²
Кор-ев А.	57	60	7	33	4361	2434	758	526
Бер-ко Ю.	59	54	11	16	9760	2825	5867	589
Пол-ий С.	40	33	2	68	1027	403	334	186
Кул-ов А.	69	6	6	100	2377	68	2100	166
Вол-в А.	45	74	7	17	5706	3531	949	593
Кр-ов П.	57	66	7	34	5035	2121	1726	549
Ост-ко А.	52	74	9	19	7729	3382	1725	1128
Бо-н М.	44	74	8	12	9627	2986	2344	1646
Рос-хин И.	53	68	7	26	4853	2403	1050	368
Гра-ин С.	38	72	6	13	6871	2599	3484	576
Ма-ов С.	46	65	6	22	4270	2152	960	525
М	51	59	7	33	5601	2264	1936	623
м	3	6	1	8	827	333	475	128

Результаты и обсуждение. У обследованных волейболистов отмечается высокий тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что характеризуется преобладанием низких значений ЧСС, высокими значениями показателей pNN50, присутствием в спектре ВСР в основном высокочастотных колебаний. Обращают на себя внимание показатели нескольких спортсменов (выделены жирным шрифтом). Показатели ВСР у спортсмена Пол-го существенно отличаются от средних по группе. Наблюдается нарушение вегетативного баланса: снижение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (низкие значения pNN50%), на фоне повышения активности симпатического (высокие значения ИН). Отметим, что частота пульса у Пол-го составляет 40 уд/мин, т.е. одно из наиболее низких значений в группе. При спектральном анализе колебаний ВСР наблюдается снижение суммарной мощности спектра и пропорциональное уменьшение отдельных его составляющих. При таком сочетании показателей, опираясь на данные литературы и сопоставляя настоящие результаты со среднегрупповыми значениями, можно оценить состояние спортсмена как дисрегуляцию, сформированную длительной неадекватно тяжелой для него физической нагрузкой. Нужно заметить, что Пол-ий предъявлял жалобы на утомление при текущем обследовании и на приступы плохого самочувствия во время последней игры. Таким

образом, у Пол-го при текущем исследовании выявлены признаки переутомления, отражающиеся в снижении резервов регуляции сердечно-сосудистой системы в покое.

У спортсменов Бер-ко, Гра-на и Кул-ва отмечается преобладание медленных колебаний кардиоритма (LF). При условии, что исследования проводились в положении лежа, появление колебаний ВСР в диапазоне от 8 до 10 секунд может отражать активацию сосудодвигательного центра продолговатого мозга, однако, в то же время, низкочастотные волны сердечного ритма могут быть спровоцированы замедлением ритма дыхания

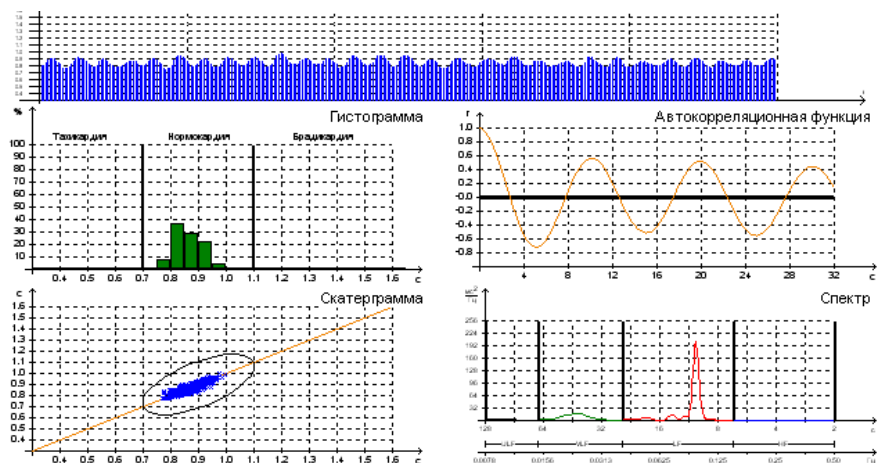


Рис. 1 – Пример кардиоинтервалограммы, графического и спектрального анализа данных ВСР у спортсмена Кул-ова.

Для подтверждения этого предположения исходный сигнал ЭКГ был проанализирован у данных спортсменов повторно с помощью встроенного редактора программы «ИСКИМ 6». Известно, что у здоровых людей частота сердечных сокращений изменяется в такт с дыханием, что отражается в высокочастотных колебаниях ВСР (дыхательная аритмия). Построение амплитудограммы R-зубцов позволяет достаточно четко вычислить период изменений амплитуд QRS-комплекса ЭКГ, зависящих от дыхания. Мы проанализировали R-R амплитудограммы у названных спортсменов. Действительно, период амплитудограмм совпал с основным пиком частотного спектра в диапазоне медленных колебаний (LF), т.е. у данных спортсменов высокочастотный (дыхательный) спектр был смещен в сторону медленных волн и составлял у Бер-ко – от 7.1 до 8.6 с, у Гра-на – 7 с. Еще более парадоксально выглядят данные исследования ВСР у Кул-ова (Рисунок 1). У этого спортсмена наблюдается наибольшая частота сердечных сокращений (69 уд/мин) и самые высокие значения ИН (100 усл.ед.). Анализ спектра ВСР показывает, что основным периодом колебаний является частота, совпадающая с периодом активности сосудодвигательного центра продолговатого мозга (10 сек). В то же время, по анализу амплитудограмм мы выяснили, что период колебаний ВСР у Кул-ва согласуется с частотой дыхания. Можно предположить что у конкретного спортсмена активность симпатического отдела вегетативной нервной системы незначительно повышена

Заключение. В.М. Хаютин с соавт. [2] приводит данные, разъясняющие кратное увеличение мощности высоко- и низкочастотных спектральных компонентов у спортсменов. Предполагается, что относительно низкая частота дыхания у лиц, занимающихся спортом, может приводить к смещению части мощности HF в полосу низкочастотных колебаний (ниже 0,15 Гц). В то же время, увеличение мощности спектра LF отражает повышение чувствительности спонтанного барорефлекса, что должно отра-

жаться в показателях variability артериального давления. По мнению других авторов, замедление частоты пульса и дыхания в покое у тренированных лыжников способствует повышению CO_2 в крови, провоцируя, таким образом, синхронизацию импульсов дыхательного и кардиоингибиторного нервных центров ствола мозга [3]. Возможно у высокотренированных спортсменов, в особенности таких игровых видов спорта как волейбол, в условиях покоя сцепленный ритм дыхания и сердцебиения отражает высокий уровень функциональных резервов кардиореспираторной системы, способность организма задействовать более широкий диапазон регуляции дыхания, сердцебиения и гемодинамики.

Список литературы:

1. Семенов Ю.Н., Баевский Р.М. Аппаратно-программный комплекс «Варикард» для оценки функционального состояния организма по результатам математического анализа ритма сердца // Variability сердечного ритма. Ижевск, 1996. - с. 160-162.
2. Хаяутин В. М. Колебания частоты сердцебиений: спектральный анализ / В. М. Хаяутин, Е. В. Лукошкова // Вестник аритмологии. — 2002. — № 26. — С. 10–21.
3. Савенкова Е. А., Калинин Е. В., Селуянов В. Н., Ритм сердца в покое у лыжников высшей квалификации, НИИ проблем спорта, РГУФК <https://mipt.ru/education/chair/sport/science/physiology/work-26>

ВНЕДРЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЦЕНКИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРАКТИКУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ПРИКЛАДНУЮ ФИЗИОЛОГИЮ

Берсенева Е.Ю., Исаева О.Н., Черникова А.Г., Усс О.И.

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия
olga.isaeva33@yandex.ru

IMPLEMENTATION OF SPACE TECHNOLOGIES OF ASSESSMENT OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM IN PRACTICE OF HEALTH CARE AND APPLICATION-ORIENTED PHYSIOLOGY

Bersenev E.Y., Isaeva O.N., Chernikova A.G., Uss O.I.

Institute of medicobiological problems of RAS, Moscow, Russia

Резюме. Профилактика сердечно-сосудистых и других заболеваний признана приоритетным направлением в развитии Российского здравоохранения. Поскольку профилактика, использование телемедицинских технологий и персонализация – основные направления развития медицины на Земле и в космосе, актуальным является внедрение результатов научных космических экспериментов в широкую практику. В данном сообщении представлены системы для проведения массового скрининга и индивидуального донозологического контроля: аппаратно-программный комплекс «Экосан-ТМ», системы «Дельта-2013» и «Светофор здоровья».

Ключевые слова: донозологический контроль, телемедицинские технологии, скрининг.

Summary. Prevention of cardiovascular and other diseases is recognized as a priority in the development of Russian health care. Since prevention, the use of telemedicine technologies and personalization – the main directions of development of medicine on Earth and in Space, is the actual introduction of the results of scientific space experiments in wide practice. In this report, the system for mass screening and individual prenosological control: a hardware-software complex "ECOSAN-TM", the "Delta-2013" and "Traffic light of health" is presented.

Keywords: prenosological control, telemedicine technologies, screening.

Введение. В последнее время активно создаются и внедряются в практику системы автоматизированного контроля за состоянием здоровья человека на основе применения метода анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Пионерские работы Р.М. Баевского в области анализа ВСР и донозологической диагностики в космической медицине послужили основой для развития этих методов. Результаты научных космических экспериментов и сейчас используются при создании новых телемедицинских систем для контроля и самоконтроля состояния здоровья в Земной медицине.

Методы и материалы. Основным методом исследования и оценки функционального состояния был анализ ВСР. По показателям ВСР на основе разработанного в космической медицине вероятностного подхода вычисляются степень напряжения регуляторных систем (СН), их функциональный резерв (ФР) [1,3,6]. Итоговым результатом исследований, проводимых с помощью аппаратно-программного комплекса «Экосан-ТМ» и системы «Дельта-2013», созданных по образцу космических технологий, является оценка адаптационного риска [2].

Комплекс «Экосан-ТМ» (рис. 1А) является полифункциональным и обеспечивает традиционные измерения частоты пульса, артериального давления, антропометрических показателей, проведение автоматизированного опроса об образе жизни, вредных привычках и жалобах. Наряду с этим осуществляется анализ вариабельности сердечного ритма и дисперсионное картирование электрокардиограммы [2]. «Экосан ТМ» позволяет на донозологическом уровне выявлять лиц с риском дезадаптации (с риском перехода из донозологического состояния в преморбидное) и своевременно применять адекватные профилактические средства для предупреждения развития хронических заболеваний.

Совместно с компанией Biocom Technologies (США) были внесены изменения в программную часть прибора «Heart Wizard» [5]. Новая система получила название «Дельта-2013» (рис. 1Б) и предназначена, в основном, для использования в домашних условиях. Она представляет собой техническое средство «домашней медицины» и позволяет получить индивидуальный «паспорт здоровья». «Дельта-2013» использует для построения ритмограммы фотоплетизмографический датчик. Для проведения обследований и работы с их результатами используется облачная технология «клиент-сервер».

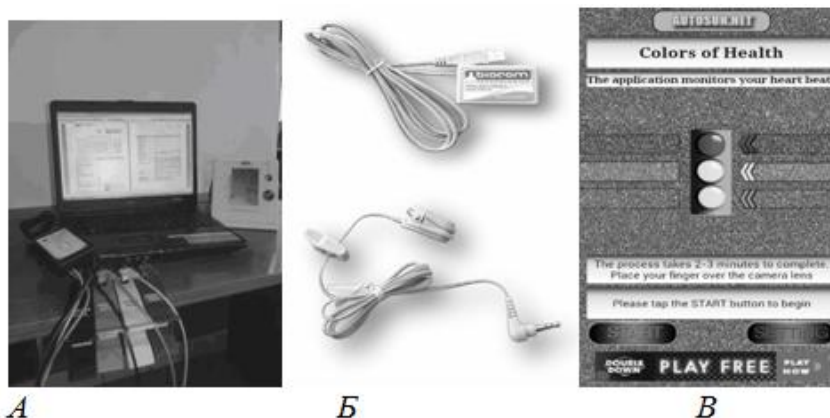


Рис. 1. А-комплекс «Экосан-ТМ», Б-система «Дельта-2013», В- мобильное приложение «Светофор здоровья».

В сотрудничестве с компанией Autosun Health Technologies Inc. (Канада) было создано мобильное приложение к смартфону «Светофор здоровья» (рис.1В). Сигналы работы сердца формируются с помощью фотокамеры смартфона по фотоплетизмограмме пальца. Микрокомпьютер смартфона распознает и измеряет длительности кардиоинтервалов и по ним вычисляет ряд статистических показателей ВСР. Далее, используя

специальный алгоритм, по значениям этих показателей выделяются три группы пациентов: зеленая - физиологическая норма, желтая - напряжение механизмов адаптации, красная - срыв адаптации [4].

Результаты исследований. Для оценки функционального состояния и рисков здоровью в комплексе «Экосан-ТМ» используется специализированная экспертная система «Риск» для проведения массовых и индивидуальных обследований с возможностью формирования базы данных и выдачей автоматизированных заключений. По сравнению с комплексом «Экосан-2007» были конкретизированы и расширены вопросы и варианты ответов анкеты, предложены новые алгоритмы ее обработки, сгруппированы выявляемые факторы риска, анализ ВСР дополнен вероятностной оценкой адаптационных рисков.

Программное обеспечение «Риск» формирует автоматизированные групповые и индивидуальные выходные формы. В отчете имеется множество вариантов для изменения и компоновки выходного документа. Алгоритм расчета факторов риска основан на балльной системе оценки анкетных данных. Каждому варианту ответа соответствует балльное значение, которое может быть различным для разных рисков. По результатам заполнения анкеты баллы суммируются для разных факторов риска. Например, при оценке риска заболеваний, учитываются и предъявляемые жалобы, и масса тела, и возраст, и пол, и особенности питания и образа жизни, и значения показателей ВСР. Для всех факторов риска была предложена ступенчатая система их градации. Степени риска подразделяются на четыре категории: нет риска, имеется риск, повышенный риск, высокий риск.

Тестирование «пилотной» версии комплекса «Экосан-ТМ» проводилось в рамках выставки «Электронная Москва». По средним для этой группы значениям показателей ВСР ($SI > 200$ и $ПАРС > 5$ баллов) можно предположить, что состояние регуляторных систем у значительной части обследованных лиц может быть отнесено к донологическим состояниям с напряжением регуляторных механизмов. Это подтверждается и распределением обследованных по категориям адаптационного риска. Только у 33% обследованных лиц была определена минимальная (1-я) категория адаптационного риска. Аппаратно-программный комплекс «Экосан-ТМ» использовался на базе санатория-профилактория «Здоровье» и ГУ «Специальное Управление ФПС №72 МЧС России». Сравнение результатов обследования всех трех групп показали, что значения основных функциональных показателей в обследованных группах примерно одинаковое. Основные выявленные факторы риска – малоподвижный образ жизни, питание, стрессы и вредные привычки.

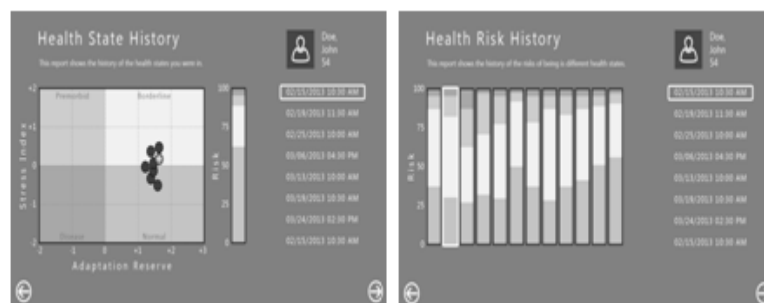


Рис. 2. Программный интерфейс системы «Дельта-2013» (выдача результатов).

Испытания макетного образца системы «Дельта-2013» показали, что она обеспечивает комфортную и удобную работу пользователей в производственных и домашних условиях и позволяет получать своевременную информацию об отклонениях в состоянии здоровья (рис 2). Система обеспечивает автоматизированное формирование и вы-

дачу индивидуальных оздоровительно-профилактических рекомендаций, а при необходимости и срочных направлений на врачебный осмотр [8,9].

Анализ динамики функционального состояния по данным системы «Дельта-2013» показал, что практически здоровые люди переходят в донозологическое состояние под влиянием не только климатических, но и обычных повседневных нагрузок. Функциональное состояние организма из-за постоянной работы регуляторных систем по сохранению равновесия между организмом и окружающей средой характеризуется определенной неустойчивостью.

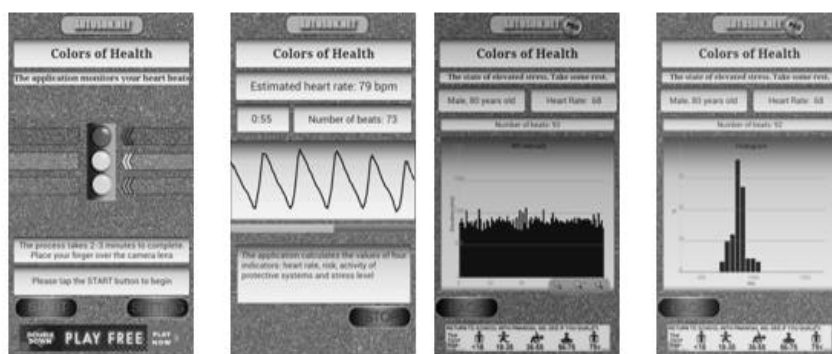


Рис. 3. Снимки экрана смартфона при проведении обследования с помощью мобильного приложения «Светофор здоровья».

В системе «Светофор здоровья», выполненной в виде мобильного приложения (рис. 3), для формирования заключений о функциональном состоянии испытуемых используются показатели ВСР ЧСС, SDNN, pNN50, АМо, поскольку по результатам исследований при параллельной записи ЭКГ стандартным электрокардиографом, именно по этим показателям были наименьшие расхождения. Была разработана система персонализации данных, позволяющая учитывать индивидуальные особенности вегетативной регуляции функций. У каждого пользователя формируется персональная база данных, которая используется в оценке его функционального состояния и постоянно обновляется, что обеспечивает учет индивидуальной динамики изменения состояния здоровья пациента.

Применение в различных условиях трех видов телемедицинских систем для индивидуального донозологического контроля: а) АПК «Экосан-ТМ»; б) прибора «Дельта-2013»; в) мобильного приложения к смартфону «Светофор здоровья», показано, что, независимо от назначения и технических средств, используемых в системах, во всех случаях сохраняется их основное назначение - определение адаптационного риска и прогнозирование риска срыва адаптации у практически здоровых людей. Активно развиваемый в последние годы индивидуальный донозологический контроль можно смело назвать новым научно-практическим направлением в профилактической медицине.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. Москва, Слово, 2008, 220 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Берсенов Е.Ю., Черникова А.Г., Исаева О.Н., Усс О.И. Оценка состояния здоровья практически здоровых людей, работающих в условиях длительного воздействия стрессорных факторов. Методическое руководство по использованию аппаратно-программного комплекса «Экосан-ТМ». Москва, СЛОВО, 2014. 144 с.
3. Баевский Р.М., Черникова А.Г. К проблеме физиологической нормы: математическая модель функциональных состояний на основе анализа вариабельности сердечного ритма. Авиакосмическая и экологическая медицина. 2002. №5. С.34-37.

4. Баевский Р.М., Берсенева Е.Ю., Баевский А.Р., Исаева О.Н., Черникова А.Г. Разработка системы индивидуального контроля состояния здоровья в рамках домашней медицины. 16-й конгресс российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии. 22-23 апреля 2015 г. С. 25

5. Baevsky R.M., Baevski A.R., Bersenev E.Y., Isaeva O.N., Pogtchev V.I., Chernikova A.G. Problems of developing space technologies for medical monitoring responding to the needs of domestic medicine. IAC-65. Toronto, Canada, 2014. AC-14,A1,3,9,x22541

6. Chenikova A., Baevsky R., Funtova I., Tank J. Adaptation risk in space medicine. 2012, 63-th IAC, 2012, Italy, ID-14827

7. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use, Circulation, Vol. 93, 1996, 1043 – 1065.

8. Isaeva O., Orlov O., Baevsky R. et al. First Experience in Using Telemedical System Heart Wizard DELTA in Individual Prenatal Health Monitoring in Russia. Med@Tel. Global Telemedicine and eHealth updates; Luxembourg; Luxembourg: 476-483. 2013.

9. Orlov, O.I, Pougatchev, V.I, Berseneva A.P., Chernikova A.G, Baevsky R.M, Zhirnov Y.N, Gribkov Y.N, and Isaeva O.N. Telemedical System for Individual Prenatal Health Assessment. Med@Tel. Global Telemedicine and eHealth updates. Knowledge resources. Vol.5, 2012. Luxembourg, 433 – 437.

ТИПЫ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ВНУТРИУТРОБНОГО РАЗВИТИЯ

Близнецова Е.А., Антонова Л.К., Кушнир С.М.

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверской медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тверь
antonova.lk@yandex.ru

TYPES OF VEGETATIVE REGULATION AT PREMATURELY BORN CHILDREN WITH THE DELAY OF PRE-NATAL DEVELOPMENT

Bliznetsova E. A., Antonova L. K., Kushnir S. M.

Tver medical university of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tver.

Резюме. Проведено динамическое наблюдение за состоянием вегетативной нервной системы 34 недоношенных детей с ЗВУР в возрасте от 5 дней до 3-х месяцев жизни, группа сравнения - недоношенные дети без ЗВУР, группа контроля - здоровые доношенные дети. Выявлена высокая степень напряжения регуляторных систем с преобладанием в структуре спектра VLF-компонента. В периоде ранней адаптации преобладающим типом вегетативной регуляции был III (УПАР), к 1 месяцу жизни частота определения I и III типов выравнивается.

Ключевые слова: вегетативная регуляция, недоношенные дети, вариабельность ритма сердца.

Summary. Conducted dynamic monitoring of the autonomic nervous system of thirty-four preterm infants with growth retardation from the ages of five days to three months. The comparison group consists of preterm infants without intrauterine growth retardation. The control group is healthy full-term babies. The experiment revealed the high degree of tension of regulatory systems with predominance in the early period of adaptation the prevailing type of vegetative regulation was III (УПАР). To the first month of life frequency of determining types I and III aligned.

Keywords: vegetative regulation, prematurely born children, variability of a rhythm of heart.

Одним из наиболее распространенных патологических состояний у недоношенных детей является задержка внутриутробного развития (ЗВУР). Практически все дети с ЗВУР уже при рождении имеют те или иные отклонения в морфологическом развитии, нарушения деятельности нервной системы, респираторные и двигательные нарушения, вегето-висцеральные дисфункции, полиорганную недостаточность [1]. При этом клинические наблюдения свидетельствуют, что процессы постнатальной адаптации этих детей имеют существенные особенности [2] и сопряжены с высокой степенью напряжения регуляторных систем. Объективную оценку функционального состояния ВНС дает изучение ВСП, что основано на концепции о сердечно-сосудистой системе, как индикаторе адаптационных реакций целостного организма [3]. Кроме того, это наиболее информативный и неинвазивный метод исследования, что определяет его использование в отношении детского контингента, особенно новорожденных и недоношенных детей [4,5,6,7].

Целью настоящего исследования было: выявить особенности типов вегетативной регуляции у недоношенных детей с ЗВУР на начальных этапах постнатального развития (в 5 дней жизни, 1 мес. и 3 мес. жизни) на основе анализа вариабельности сердечного ритма.

Материалы и методы исследования. Проведено исследование недоношенных детей с ЗВУР, родившихся с гестационным возрастом 32-36 недель, в возрасте 5 дней (34 ребенка), 1 месяца (27 детей) и 3 месяцев жизни (11 детей), составивших 1-ую группу (основную). В качестве группы сравнения (2 группа) обследованы недоношенные дети без ЗВУР в те же возрастные периоды (51, 24, 9 человек соответственно). Группа контроля (3 группа) была представлена здоровыми доношенными детьми, родившимися в срок: 31 ребенок обследован в возрасте 5 дней, 25 детей – в 1 и 3 месяца жизни. Мальчики и девочки в группах представлены примерно поровну.

В работе использовался вегетотестер "Полиспектр-8Е/88" (2000 Гц, 12 бит) фирмы "Нейрософт" (Россия). Мониторинг 50 мм/с и 10 мм/мв на коротких участках составлял 5 минут с антитреморной фильтрацией низкой частоты 35 Гц, стандартной высокой частоты 50 Гц и режекторной фильтрацией – 0,05 Гц. Экстрасистолы из анализа исключались.

Проведено определение типа вегетативной регуляции по методике Шлык Н.И. (2009) – по уровню показателя спектрограммы VLF (мс^2) и стресс-индекса (SI, усл.ед.). Оценка структуры спектра ВСП включала анализ распределения составляющих суммарную мощность спектра, выраженных в относительных значениях (VLF, LF%, HF%) [3].

Проверка выборки на вид распределения показателей выявила отсутствие у большей их части нормального распределения, что стало основанием для применения непараметрических статистических критериев Мана-Уитни, Вилкоксона и Хи-квадрат [8]. Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel-2003 и BIOSTAT.

Результаты исследования. Для оценки степени напряжения регуляторных систем, как показателя особенностей адаптационного процесса, у детей 3-х исследуемых групп проведено изучение показателя стресс-индекса, структуры спектра и типов вегетативной регуляции (таблица 1,2).

При анализе таблицы 1 было отмечено, что достоверных различий по показателю стресс-индекса у детей 3-х групп во всех возрастах получено не было, у большинства обследованных детей на протяжении возрастного периода от 5 дней до 3 месяцев жизни в структуре спектра ВСП доминировала относительная доля мощности волн в диапазоне «очень» низких частот (VLF, %), сопряженная с надсегментарными эрготропными

влияниями на сердечный ритм: от 39,0% до 68,5% (при 6-15% нормативных [9]). Опираясь на данный факт, функциональное состояние ВНС обследованных детей можно характеризовать, как соответствующее высокой степени напряжения регуляторных систем организма с проявлением активности центрального контура регуляции ритма сердца.

Однако сравнение данных выявило некоторые отличия в направленности структуры спектра у недоношенных детей с ЗВУР и детей двух других групп. Так в основной группе у детей от 5 дней до 3-х месяцев жизни соотношение составляющих суммарную мощность спектра выражалось неравенством $VLF > LF < HF$, а в группе сравнения и контроля выражение имело другой вид: $VLF > LF > HF$. При этом относительная доля VLF-компонента (%) у детей основной группы была существенно меньше ($p < 0,05$), чем в группе сравнения и контроля, а доля HF-компонента (%) значительно больше ($p < 0,05$), чем в группе сравнения и контроля. Возможная причина подобных различий – в большей степени анатомо-функциональной незрелости бульбарных и центральных регуляторных структур ВНС у детей с ЗВУР по сравнению с детьми того же возраста, но без ЗВУР.

Таблица 1

Стресс-индекс и некоторые показатели ВНС-спектрографии фоновой пробы
детей первых трех месяцев жизни

Показатель	5 дней			1 мес.			3 мес.		
	1гр. n=34	2гр. n=51	3гр. n=31	1гр. n=27	2гр. n=24	3гр. n=25	1гр. n=11	2гр. n=9	3гр. n=25
SI, усл. ед.	531,2 ± 80,9	384 ± 50,6	464 ± 88,4	627 ± 78,1	565 ± 80,8	462 ± 43,7	674 ± 94,6 ##	415 ± 76,5	570 ± 68,4
VLF, мс ²	2324 ± 402	1812 ± 243	1896 ± 254	1815 ± 407	1464 ± 319	1351 ± 218	766 ± 164	944 ± 192	898 ± 169
VLF, %	46,2 ± 6,0 ## ###	65,3 ± 2,6	68,5 ± 2,5	44,6 ± 4,9 ## ###	66,5 ± 3,8	59,8 ± 3,9	39,0 ± 6,6 ###	54,9 ± 5,0	53,7 ± 2,8
LF, %	26,7 ± 2,6	24,5 ± 1,9	25,2 ± 1,9	25,9 ± 1,9	23,2 ± 2,2	30,9 ± 2,8	29,5 ± 2,4	33,5 ± 3,0	35,4 ± 2,0
HF, %	27,1 ± 4,5 ## ###	10,1 ± 1,2 ###	6,3 ± 0,7	29,4 ± 4,0 ## ###	10,4 ± 2,4	9,3 ± 1,6	31,4 ± 6,0 ## ###	10,7 ± 4,1	10,9 ± 1,0

Примечание – Статистическая значимость различий ($p < 0,05$) с данными детей того же возраста

- группы сравнения;

- группы контроля;

Соотношение влияний со стороны центрального и автономного контуров регуляции на сердечную деятельность характеризует тип вегетативной регуляции. Результаты определения и представленности в группах типов вегетативной регуляции отражены в таблице 2.

Было показано (таблица 2), что для группы недоношенных детей с ЗВУР не характерно доминирования какого либо из типов вегетативной регуляции. В двух других группах следует отметить значительно большую долю детей с I типом (умеренное преобладание центрального контура регуляции - УПЦР) во все возрастные периоды, являющегося оптимальным для раннего возраста ($p < 0,05$).

Таблица 2

Распределение типов вегетативной регуляции в группах детей различного возраста (%)

Тип регуляции	5 дней			1 мес.			3 мес.		
	1 гр. n=34	2 гр. n=51	3 гр. n=31	1 гр. n=27	2 гр. n=24	3 гр. n=25	1 гр. n=11	2 гр. n=9	3 гр. n=25
I (УПЦР)	33,3 ## ###	76,5 ** ***	83,9 ** ***	42,1 ## ###	83,3 ** ***	96,0 **	54,5 ###	100 ###	80,0 **
II (ВПЦР)	0	7,8	12,9	5,3	12,5	4,0	0	0	20,0
III (УПАР)	50,0 ###	15,7	3,2	36,8 ##	4,2	0	18,2	0	0
IV (ВПАР)	16,7	0	0	15,8	0	0	27,3	0	0
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание - Статистическая значимость различий ($p < 0,05$) в пределах группы

** - с долей детей со II типом регуляции

*** - с долей детей с III типом регуляции

Статистическая значимость различий ($p < 0,05$) в пределах данного типа регуляции с данными детей того же возраста

- группы сравнения (2 группа)

- группы контроля (3 группа)

Недоношенные дети с ЗВУР характеризовались значительно меньшей ($p < 0,05$) относительной долей УПЦР к данным группы сравнения в 1 месяц жизни и контроля ($p < 0,05$).

Кроме того, в основной группе доля детей с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (УПАР) оказалась выше ($p < 0,05$), чем у здоровых детей в возрасте 5 дней и детей без ЗВУР в 1 месяц. Данный тип регуляции для раннего возраста считается прогностически неблагоприятным, связанным с риском дезадаптации сердечно-сосудистой системы.

Выявленные различия могут указывать на недостаточное влияние со стороны центрального контура вегетативной регуляции и меньшую степень напряжения у детей с ЗВУР в 5 дней жизни и 1 месяц, по сравнению с детьми других групп. Однако к 3-м месяцам жизни отсутствие значимых различий в долях VLF,% и УПЦР между недоношенными детьми с ЗВУР и без ЗВУР может указывать на меньшее различие, а если учитывать более высокий стресс-индекс у детей с ЗВУР, то - даже на более высокое напряжение в системе регуляции у детей основной группы.

Полученные данные о различиях в активности симпато-парасимпатических влияний на ритм сердца с нашей точки зрения объясняются разной степенью морфофункциональной и метаболической зрелости, в том числе регуляторных структур у детей различного срока гестации и недоношенных с ЗВУР.

Данные результаты вполне согласуются с существующим представлением о значимости центральной регуляции в процессе адаптации на ранних этапах развития детей, ее консолидирующей и интегрирующей роли в деятельности функциональных систем организма в условиях анатомо-физиологической незрелости ребенка. Несостоятельность ВНС, более медленное созревание ее отделов у недоношенных детей с ЗВУР, очевидно, должно определять более напряженный характер адаптации, ее более высокую «цену».

Выводы:

1. Для недоношенных детей с ЗВУР в сравнении с детьми без ЗВУР характерны более низкие симпато-парасимпатические влияния на сердечный ритм в период с 5 дней до 1 мес. жизни. К возрасту 3-х месяцев жизни уровень симпатических модуляций у недоношенных детей с ЗВУР становится выше, чем недоношенных без ЗВУР.

2. У всех обследованных детей на протяжении всего периода наблюдения выявлена высокая степень напряжения регуляторных систем с преобладанием в структуре спектра VLF-компонента. При этом у детей с ЗВУР степень напряжения была ниже, чем у детей без ЗВУР. К 3-м месяцам жизни различие с недоношенными детьми без ЗВУР было менее выражено.

3. У недоношенных детей с ЗВУР в периоде ранней адаптации преобладающим типом вегетативной регуляции был III (УПАР), к 1 месяцу жизни частота определения I и III типов выравнивается. Во всех возрастах в группе недоношенных детей с ЗВУР определяется также IV тип (ВПАР), не характерный для этого возраста. У недоношенных детей без ЗВУР и здоровых доношенных детей с 5 дней до 3-х месяцев преобладал I тип (УПЦР) вегетативной регуляции.

Список литературы:

1. Ковальчук-Ковалевская, О.В. Особенности формирования функций ЦНС у новорожденных детей с задержкой внутриутробного развития // Журнал акушерства и женских болезней. – 2010, №1. – С.110-115.

2. Джагарян, А.Д. Адаптационный период у новорожденных с внутриутробной гипотрофией // Актуальные проблемы педиатрии: сб. матер. XIV конгр. педиатров России, (15-18 февр. 2010 г.). – М., 2010. – С. 243.

3. Баевский, Р.М. Введение в донозологическую диагностику / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Слово, 2008. – 220 с.

4. Антонова, Л.К. Вариабельность сердечного ритма новорожденных с различным уровнем здоровья / Л.К. Антонова, С.М. Кушнир, И.В. Стручкова, Е.А. Близнацова // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: Мат-лы V Всероссийского симпозиума. – Ижевск, 2011. – С. 19-21.

5. Тилт-тест в определении вегетативной реактивности у детей раннего возраста / Л.К. Антонова [и др.] // Вестник аритмологии. Приложение А. – СПб, 2010. – С. 131.

6. Близнацова, Е.А. Функциональное состояние вегетативной нервной системы недоношенных детей с задержкой внутриутробного развития в неонатальном периоде / Е.А. Близнацова, Л.К. Антонова, С.М. Кушнир // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. - Том 16. - №5 (4). – С. 1437-1441.

7. Цой, Е.Г. Вариабельность сердечного ритма в оценке адаптационных процессов у новорожденных / Е.Г. Цой, Л.Н. Игишева, А.Р. Галеев // Педиатрия. – 2003. - №1. – С. 23 – 27.

8. Статистический анализ в медицинских исследованиях: учеб. пособие / В.А. Соловьев, Д.В. Баженов, Т.В. Шинкаренко. – Тверь: Ред.-изд. Центр Тверь. Гос. мед. акад., 2011. – 82 с.

9. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Блинова Н.Г., Кошко Н.Н., Варич Л.А.
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово
koshko80@mail.ru

VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM AT TEENAGERS WITH DIFFERENT TYPE OF VEGETATIVE REGULATION

Blinova N.G., Koshko N.N., Varich L.A.
Kemerovo state university, Kemerovo

Аннотация. В статье представлены результаты исследования variability сердечного ритма современных подростков. Показано, что особенности регуляции сердечной деятельности подростков определяются половыми и типологическими различиями с учетом исходного типа вегетативной регуляции.

Ключевые слова: подростки, вегетативная регуляция сердечного ритма, функциональное состояние, гендерные особенности.

Annotation. The article presents the results of a study of heart rate variability of adolescents. The characteristics of the regulation of cardiac activity of adolescents defined sexual and typological differences taking into account the initial type of vegetative regulation.

Keywords: adolescents, vegetative regulation of heart rate, functional status, gender characteristics.

Подростковый возраст, включающий возрастной диапазон с 12 до 16 лет, является одним из критических периодов онтогенеза [3]. Критические периоды являются переломными в ходе онтогенеза, началом нового этапа развития, характеризующимся существенными, качественными преобразованиями, одновременно происходящими в разных физиологических системах. Для них характерен ряд физиологических особенностей: понижение регуляторной деятельности; ослабление целостности организма или его систем; резкое увеличение интенсивности жизненных процессов; высокая чувствительность к слабым воздействиям [7].

Сложные нейрогуморальные изменения подросткового возраста, обусловленные процессом полового развития, отражаются в значительной степени на деятельности сердечно-сосудистой системы, которая является важнейшим звеном, лимитирующим развитие приспособительных реакций растущего организма [1]. В период от 12 до 16 лет уровень функционирования и автономной регуляции сердца становятся более совершенными, но наряду с этим проявляется неравномерность в темпах развития, особенностях формирования и степени напряжения регуляторных механизмов с учетом возраста, пола и типологии [6].

С целью изучения половых особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма и функционального состояния сердечно-сосудистой системы у подростков была обследована группа мальчиков и девочек в возрасте 13 лет в количестве 74 человек. Обследование проводилось в октябре 2015 г. с использованием автоматизированной кардиоритмографической программы, основанной на математическом анализе сердечного ритма [2]. Оценивались следующие математические показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин.), мода (M_o , мс), амплитуда моды (A_{mo} , %), вариационный размах (ΔX , сек.), индекс напряжения (ИН, усл. ед.); и показатели спектрального анализа: общая мощность спектра (TF , mc^2); мощность в диапазоне высоких частот (HF , $msec^2$); мощность в диапазоне низких частот (LF , $msec^2$); мощность в диапазоне очень низких частот (VLF , $msec^2$).

По данным литературы наиболее незкономный уровень функционирования, достигаемый напряжением регуляторных систем, отмечается в 12-13 лет у девочек и в 13-14 лет у мальчиков [4,6]. В эти возрастные периоды у них заметно учащается сердечный ритм и отмечается напряжение механизмов регуляции сердечного ритма, обусловленные нейроэндокринной перестройкой, что проявляется в увеличении индекса напряжения. Проведённый сравнительный анализ математических показателей кардиоритма обследованных подростков с учётом пола позволил выявить достоверные математические различия, как по статистическим, так и по частотным показателям (табл. 1)

Таблица 1

Показатели сердечного ритма у подростков 13 лет с учетом пола			
Показатели	Мальчики N= 26	Девочки N=48	P<0,05
ЧСС, уд/мин (покой)	86,4±2,59	80,9±1,59	*
Мо, с (покой)	0,71±0,02	0,74±0,02	
Амо, % (покой)	44,5±3,84	36,8±2,12	*
X, с (покой)	0,27±0,03	0,31±0,02	
ИН, усл. ед. (покой)	206,5±45,82	123,5±19,69	*
TF, мс ²	6743,4±1059,89	8708,0±1284,4	
VLF, мсек. ²	3607,3±511,78	3721,7±575,3	
LF, мсек ²	1681,9±351,62	3063,9±470,75	*
HF, мсек ²	1454,2±414,14	1922,4±333,02	
LFHF, усл. ед.	1,7±0,19	2,05±0,14	
VLFHF, усл. ед.	4,9±0,71	3,3±0,43	*
ЧСС, уд/мин (ортостаз)	105,9±3,42	97,2±2,04	*
Мо, с (ортостаз)	0,57±0,02	0,63±0,01	*
Амо, % (ортостаз)	55,5±4,19	49,1±3,04	
X, с (ортостаз)	0,17±0,01	0,31±0,02	*
ИН, усл. ед. (ортостаз)	432,8±79,6	331,9±62,67	

Девочки отличаются от мальчиков достоверно низкими значениями ЧСС, Амо и ИН в покое, достоверно низкими значениями ЧСС и высокими Мо и X в ортостазе, что свидетельствует о доминировании у них парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма. Об этом же говорят достоверные половые различия частотных показателей кардиоритма: у девочек отмечается высокое значение низкочастотного показателя LF и низкое значение соотношения VLF/HF, свидетельствующее о смещении у девочек вегетативного баланса в сторону преобладания тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (табл.1). Установленные половые различия в регуляции сердечного ритма современных подростков согласуются с литературными данными о более раннем морфофункциональном созревании девочек, которое приводит у них к завершению нейроэндокринных перестроек и стабилизации в регуляции сердечного ритма раньше, чем у мальчиков [3]. Достоверно высокие значения ЧСС, Амо, ИН и VLFHF у мальчиков в покое говорит об активности симпатических влияний на сердечную деятельность в следствие продолжающихся пубертатных перестроек.

В соответствии с половыми особенностями вегетативной регуляции сердечного ритма у обследованных подростков выявлены различия в функциональном состоянии сердечно-сосудистой систем. Большинство девочек (75%) характеризуются удовлетворительным и оптимальным функциональным состоянием CCC, в то время как у 69%

мальчиков установлено неудовлетворительное функциональное состояние ССС, свидетельствующее о снижении функциональных резервов организма в процессе происходящих бурных ростовых и половых перестроек.

Результаты оценки типа вегетативной регуляции по данным математического анализа статистических и частотных показателей кардиоритма позволили установить, что 54% мальчиков и 29% девочек характеризуются симпатическим типом регуляции, что в подростковом периоде целесообразно, поскольку это обеспечивает адекватное энергообеспечение и адаптацию организма к условиям жизнедеятельности[4]. В тоже время у 54% девочек наблюдается ваготонический тип регуляции сердечной деятельности, что связано с ускоренными темпами морфофункционального развития по сравнению с мальчиками (рис. 1).



Рис. 1. Тип вегетативной регуляции у подростков 13 лет с учетом пола

Проведение сравнительного анализа показателей сердечного ритма у подростков с разным типом вегетативной регуляции позволило выявить закономерные различия, обусловленные врожденной типологией (табл. 2). Установлено, что мальчики и девочки с ваготоническим типом вегетативной регуляции имеют достоверно низкие значения ЧСС, Амо, ИН и достоверно высокие значения Мо, Х в покое и при нагрузке, а также следующие показатели волновой структуры сердечного ритма в покое: LF/HF – низкие и все остальные – высокие по сравнению с подростками с симпатическим типом регуляции. Несмотря на общую закономерность, выявлены достоверные различия математических показателей кардиоритма у мальчиков и девочек с ваготоническим типом регуляции: у мальчиков отмечается достоверно большая активация парасимпатического отдела ВНС в сравнении с девочками.

На это указывают достоверно низкие показатели ЧСС и ИН у мальчиков в покое и ортостазе и Амо в состоянии покоя, достоверно высокое значение показателя Мо в покое и при нагрузке, а так же достоверно низкое значение соотношения LF/HF, свидетельствующие о более сильном влиянии парасимпатического отдела ВНС на регуляцию сердечного ритма у мальчиков с ваготоническим типом регуляции в отличие от девочек (табл. 2). Выявленное усиленное влияние парасимпатки в регуляции сердечного ритма не является характерным для мальчиков 13 лет, что может быть связано занятиями ими спортом, способствующим развитию выносливости.

У представителей симпатического типа регуляции достоверных половых различий не установлено, а у мальчиков с эйтоническим типом при усилении ваготонического тонуса (большие значения Х) отмечаются достоверно высокие значения ИН при

нагрузочной пробе по сравнению с девочками, что обусловлено активным процессом полового развития и роста у мальчиков в этом возрасте по сравнению с девочками.

Таблица 2

Показателей сердечного ритма у подростков 13 лет с разным типом вегетативной регуляции

Показатели	Мальчики N=26			Девочки N=48			P<0,05
	Ваготони- ки	Эйтоники	Симпато- ники	Ваготони- ки	Эйтоники	Симпато- ники	
	1	2	3	4	5	6	
ЧСС, уд/мин (покой)	64,2±2,19*	85,7±3,4	93,1±2,42	74,1±1,54*	81,5±2,35	93,06±1,79	1-2,3;2-3; 4-5,6; 5-6
Мо, с (покой)	0,9±0,05*	0,7±0,04	0,65±0,02	0,79±0,03*	0,74±0,02	0,65±0,02	1-2,3; 4-5,6;5-6
Амо, % (покой)	15,5±2,02*	35,5±1,43	58,9±3,99	27,5±1,58*	37,0±2,39	54,14±3,11	1-2,3;2-3; 4-5,6; 5-6
X, с (покой)	0,49±0,09	0,34±0,03*	0,18±0,02	0,4±0,02	0,23±0,01*	0,17±0,01	1-2,3;2-3; 4-5,6;5-6
ИН, усл.ед. (покой)	22,5±7,76*	80,8±7,12*	330,9±69,65	43,5±2,62*	109,4±5,6	279,9±44,3	1-2,3;2-3; 4-5,6;5-6
TF, мс ²	14723,0± 3299,5	8782,2± 1301,03*	3298,4± 527,5	13181,5± 1976,3	4039,5± 532,2*	3067,9± 385,1	1-2,3;2-3; 4-5,6;5-6
VLF, мсек ²	6332,0± 517,9	5025,7± 1071,8*	2018,3± 344,2	5322,6± 949,4	1965,0± 271,4*	1752,4± 246,0	1-3;2-3; 4-5,6
LF, мсек ²	4098,5± 1813,7	1853,0± 276,3*	893,7± 154,1	4829,7± 699,9	1109,3± 145,4	901,6± 133,15	1-2,3;2-3; 4-5,6;5-6
HF, мсек ²	4292,5± 023,7	1903,5± 483,7*	386,4± 46,9	3029,1± 520,5	965,3±1 82,67*	413,9± 81,54	1-3;2-3; 4-5,6
LFHF, усл.ед.	1,05±0,07*	1,5±0,46	2,09±0,2	2,03±0,23*	1,54±0,31	2,38±0,13	1-3; 5-6
VLFHF, усл.ед.	4,7±2,34*	5,0±1,95	5,02±0,5	2,06±0,27	2,8±0,63	6,07±1,04	6-4,5
ЧСС, уд/мин (ортостаз)	75,1±1,15*	113,9±1,42 *	110,1±4,01	88,4±1,67*	108,97± 2,26*	106,9±3,94	1-2,3; 4-5,6
Мо, с (орто- стаз)	0,83±0,01*	0,5±0,01*	0,55±0,01	0,69±0,02*	0,56±0,01*	0,55±0,02	1-2,3;2-3; 4-5,6
Амо, % (орто- стаз)	33,5±4,33	54,0±8,5	62,6±4,96	36,8±2,11	62,75±8,09	64,14±5,58	1-2,3; 4-5,6
X, с (ортостаз)	0,27±0,01	0,2±0,02	0,14±0,01	0,29±0,02	0,22±0,05	0,21±0,06	1-2,3;2-3; 4-5,6
ИН, усл.ед. (ортостаз)	77,0±13,97 *	362,1± 101,41*	574,9± 122,09	113,9± 13,85*	108,97± 2,26*	613,4± 152,62	1-2,3; 6- 4,6

*- достоверные половые различия между подростками с одинаковым типом вегетативной регуляции при P<0,05

Полученные результаты свидетельствуют о том, что особенности регуляции сердечной деятельности у 13-летних подростков определяются половыми и типологическими различиями с учетом исходного типа вегетативной регуляции. У девочек к 13 годам, не зависимо от исходного типа вегетативной регуляции, благодаря более раннему завершению пубертатных перестроек по сравнению с мальчиками устанавливаются новые нейрогуморальные отношения, лучше обеспечивающие функциональные возможности работы сердца и его автономную регуляцию.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем : метод. рекомендации / Р.М. Баевский [и др.] // Вестник аритмологии. - 2001. – Т. 24. – С. 69.

2. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
3. Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребёнка): учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 416 с.
4. Галеев А.Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет / А.Р. Галеев, Л.Н. Игишева, Э.М. Казин // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, №4. – С. 54-58.
5. Казин Э.М. Комплексное лонгитудинальное исследование особенностей физического и психофизиологического развития учащихся на этапах детского, подросткового и юношеского периодов онтогенеза / Э.М. Казин, Н.Г. Блинова, Т.В. Душенина, А.Р. Галеев // Физиология человека. – 2003.- Т.29, № 21. - С.70-76.
6. Коркушко О.В. Анализ вегетативной регуляции сердечного ритма на различных этапах индивидуального развития человека / О.В. Коркушко, В.Б. Шатило, Т.В. Шатило, Е.В. Короткая // Физиология человека. - 1991. - Т. 17, № 2. - С. 31-39.
7. Рыбаков В.П. Критические и сенситивные периоды в онтогенезе человека / В.П. Рыбаков, Т.С. Пронина, Н.И. Орлова, Л.П. Николаева // Российский физиологический журнал им. Сеченова. – 2004. – Т.90, № 8. – С. – 398.

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА ФУТБОЛИСТОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ С УЧЕТОМ ИГРОВОГО АМПЛУА

Брук Т.М., Литвин Ф.Б., Осипова Н.В., Косорыгина К.Ю.,
Любутина К.Д.

Смоленская государственная академия физической культуры,
спорта и туризма, Смоленск
bryktmcenter@rambler.ru

FEATURES OF REACTION OF THE ORGANISM OF FOOTBALL PLAYERS TO THE EXERCISE STRESS TAKING INTO ACCOUNT GAME ROLE

Brook T. M., Litvin F. B., Osipova N. V., Kosoryginak.Yu.,
Lyubutina K. D.

Smolensk state academy of physical culture, sport and tourism, Smolensk

Резюме. Рассмотрены особенности вариабельности сердечного ритма у футболистов в возрасте 21-27 лет в зависимости от игрового амплуа. Показан повышенный уровень напряженности регуляторных систем у полузащитников на фоне умеренного доминирования автономного контура управления у защитников в покое и после дозированной физической нагрузки.

Ключевые слова: вариационная пульсометрия, футбол, игровое амплуа, физическая нагрузка.

Summary. The peculiarities of heart rate variability in soccer players aged 21-27 years depending on playing position. Shown an increased level of tension of regulatory systems at Midfielders amid moderate dominance of the Autonomous control loop the defenders at rest and after dosed physical load.

Keywords: variational pulsometrija, soccer, playing position, physical activity.

Введение. В большом спорте в задачи тренерского и врачебного персонала входит успешная подготовка спортсменов к соревнованиям, сохранение спортивной формы на протяжении соревновательного периода и выход из него без больших потерь в состоянии здоровья. Высокий уровень функционального состояния – залог успешной

адаптации к физическим нагрузкам с ее минимальной «ценой». Сердечно-сосудистая система является индикатором адаптационно-приспособительных реакций в ответ на физическую нагрузку, поскольку лимитирует развитие приспособительных реакций организма [5]. Информацию о функциональном состоянии организма можно получить, изучая механизмы регуляции ритма сердечных сокращений [2,3,4,6,7]. Успешное построение тренировочного процесса в командных видах спорта невозможно без учета индивидуальных особенностей спортсмена и его игрового амплуа. Поэтому знание особенностей степени напряжения регуляторных систем у каждого индивидуума в зависимости от игрового амплуа на основе анализа вариабельности сердечного ритма позволит эффективно решать задачи оперативного педагогического и врачебного контроля за ходом и планированием тренировочного процесса.

Целью данной работы явилось изучение особенностей ритма сердечных сокращений и функционального состояния сердечно-сосудистой системы у футболистов с учетом игрового амплуа.

Методы. В исследовании приняли участие 28 футболистов команды класса в возрасте 21-27 лет. Все испытуемые имели одинаковый тренировочный режим, сбалансированное питание и равные условия проживания. Обследование футболистов проходило в конце подготовительного периода годичного тренировочного цикла дважды: до и после тренировки. В работе применялась методика исследования вариабельности сердечного ритма по М.Р. Баевскому [1], которую автор рассматривает как индикатор функционального состояния полизвенного механизма управления организмом в изменяющихся условиях среды обитания. Регистрацию сердечного ритма выполняли с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» фирмы «Рамена», Россия. Записывали сердечный ритм в течение 5 минут до и после тренировочного занятия. Оценку состояния механизмов регуляции проводили по временным (RMSSD, pNN50%, AMo, IH) и спектральным (TP, HF, LF, VLF, LF|HF) характеристикам. Эти показатели позволяют выявить вклад как автономного и центрального контуров регуляции, так и соотношение парасимпатической и симпатической регуляции в приспособительные реакции организма. Сравнительный анализ полученных результатов проводили с учетом игрового амплуа футболистов. Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ SPSS 13.0 для Windows. Вычисляли среднюю арифметическую – \bar{X} и ее среднюю ошибку (m). Оценка достоверности различий средних величин проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Выполнен сравнительный анализ оценки уровня вегетативной регуляции сердечного ритма в зависимости от игрового амплуа футболистов. Установлено изменение вегетативного гомеостаза в ответ на физическую нагрузку в зависимости от игрового амплуа спортсменов. По результатам тестирования функциональной готовности футболистов на подготовительном этапе годичной тренировки наилучшими функциональными возможностями обладают защитники. Исследования в покое выявили одинаково высокие показатели симпатического и парасимпатического звеньев ВНС, отражающие автономный и центральный уровни управления сердечным ритмом. Так, у защитников показатель RMSSD ($61,3 \pm 2,30$ мс) достоверно выше на 47% по сравнению с полузащитниками и на 16% по сравнению с нападающими; величина pNN50% ($0,31 \pm 0,02$ мс) на 55% выше показателя у полузащитников и на 13% ниже показателя у нападающих. Из спектральных характеристик среднее значение HF (849 ± 154 мс) на 60% выше показателя у полузащитников и на 19% ниже по сравнению с нападающими. Активность сосудодвигательного центра LF (2317 ± 427 мс) на 17% выше, чем у полузащитников и на 109% по сравнению с нападающими (табл.1). У защитников достаточно высокий энергометаболический потенциал, о чем свидетельству-

ет средняя величина VLF 1340 ± 296 мс, которая на 17% ниже, чем у полузащитников, но 9% выше, чем у нападающих. В заключение отметим, что преобладание автономного контура регуляции с высоким адаптивным потенциалом у защитников отражается на минимальной величине ИН ($47,2 \pm 2,32$ усл. ед.) и максимальном показателе суммарной мощности спектра TP (4506 ± 521 мс). В группе полузащитников наблюдается умеренный рост напряженности со стороны регуляторных систем. Это проявляется через снижение показателей парасимпатического отдела ВНС (RMSSD, pNN50%, HF) на фоне усиления централизации управления сердечным ритмом (VLF LF|HF, AMo). В результате, по сравнению с защитниками, статистически надежно повышается величина стресс-индекса ($57,1 \pm 3,82$ усл. ед.) и снижается показатель суммарной активности TP (4086 ± 411 мс²). Нападающих отличает повышенная напряженность регуляторных систем. Появляется разбалансированность и несогласованность по отдельным показателям. Так, среди характеристик парасимпатического отдела ВНС в состоянии относительного покоя одни показатели (RMSSD) снижаются, другие (HF, pNN50) повышаются. В группе нападающих продолжает повышаться величина стресс-индекса ($61,5 \pm 3,89$ усл. ед.), снижаться величина TP (3357 ± 727 мс²) и сосудистого тонуса LF (1109 ± 216 мс).

В ответ на физическую нагрузку у защитников наблюдается наибольшая вегетативная устойчивость регуляторных механизмов. По данным ВСР синхронно повышаются показатели автономного и центрального контуров управления. Среди характеристик парасимпатического звена с разной интенсивностью повышаются RMSSD на 8%, pNN50% - 19%, HF – 114%. Одновременно усиливается активность LF – на 30%, VLF – на 13%, AMo – 58%. В целом, у защитников в условиях физической нагрузки повышается адаптационный потенциал, а организм переходит на более устойчивый уровень функционирования с ростом величин TP и ИН. На наш взгляд вегетативная регуляция сердечного ритма у защитников формируется с учетом решаемых оборонительных тактических задач и особенностей психоэмоционального поведения.

В ответ на физическую нагрузку у защитников наблюдается наибольшая вегетативная устойчивость регуляторных механизмов. По данным ВСР синхронно повышаются показатели автономного и центрального контуров управления. Среди характеристик парасимпатического звена с разной интенсивностью повышаются RMSSD на 8%, pNN50% - 19%, HF – 114%. Одновременно усиливается активность LF – на 30%, VLF – на 13%, AMo – 58%. В целом, у защитников в условиях физической нагрузки повышается адаптационный потенциал, а организм переходит на более устойчивый уровень функционирования с ростом величин TP и ИН. На наш взгляд вегетативная регуляция сердечного ритма у защитников формируется с учетом решаемых оборонительных тактических задач и особенностей психоэмоционального поведения. В ответ на физическую нагрузку вегетативная устойчивость полузащитников заметно снижается. Отмечается статистически значимое снижение показателей парасимпатического звена ВНС: RMSSD – на 24%, pNN50% - на 67%, HF – на 87% ($p < 0,05$). Выявлено снижение сосудистого тонуса и статистически значимое падение VLF показателя на 122% ($p < 0,05$). Все это свидетельствует о формировании у футболистов данной группы энергетического состояния и усиления психоэмоционального статуса. В результате величина стресс-индекса увеличивается на 64% ($p < 0,05$). В группе нападающих физическая нагрузка стремительно инактивирует работу автономного контура регуляции, что подтверждает статистически достоверное уменьшение показателя RMSSD на 71%, pNN50% - на 289%, HF – 101% ($p < 0,05$).

На этом фоне отмечается пятикратное повышение показателя симпатопарасимпатического баланса (LF|HF), до минимальной величины снижается показатель TP и максимально повышается показатель ИН, опосредованно указывая на снижение

резервных возможностей организма спортсменов в условиях систематической физической нагрузки.

Таблица 1

Динамика показателей ВСР у футболистов разного амплуа до и после физической нагрузки ($M \pm m$)

амплуа			ЧСС	ИН	RM SSD	pNN 50%	HF	LF	VLF	LF HF	TP	АМо
защит- ники	до	1	66,0± 3,10	47,1 ± 2,32	61,3 ± 2,30	0,31± 0,02	849 ± 154	2317 ± 427	1340 ± 296	2,98 ± 0,83	4506 ± 521	0,19 ± 0,02
	по- сле	2	65,3± 3,88	78,8 ± 4,26	66,4 ± 2,22	0,37± 0,04	1820 ± 420	3002 ± 704	1512 ± 351	2,64 ± 0,58	5542 ± 628	0,30 ± 0,06
полу защит ники	до	3	69,6± 3,07	57,1 ± 3,82	41,8 ± 1,08	0,20± 0,03	532 ± 131	1980 ± 388	1574 ± 386	4,95 ± 1,30	4086 ± 411	0,27 ± 0,03
	по- сле	4	77,0± 3,50	93,4 ± 4,89	33,8 ± 1,07	0,12± 0,01	284 ± 112	1574 ± 356	710 ± 173	5,91 ± 1,69	2567 ± 655	0,33 ± 0,04
напа- даю- щие	до	5	64,7± 3,42	61,5 ± 3,89	52,9 ± 2,79	0,35± 0,03	1013 ± 305	1109 ± 216	1234 ± 359	1,38 ± 0,22	3357 ± 727	0,28 ± 0,06
	по- сле	6	82,0± 5,41	95,4 ± 5,06	30,4 ± 1,95	0,09± 0,01	505 ± 124	616 ± 61	913 ± 227	6,71 ± 2,28	3271 ± 680	0,28 ± 0,07
дост. $P < 0,05$			p _{2,6}	p _{1,3} p _{1,5} p _{2,4} p _{2,6}	p _{1,3} p _{1,5} p _{2,4} p _{2,6}	p _{1,3} p _{2,5} p _{2,4} p _{2,6}	p _{1,2} p _{2,4} p _{2,6} p _{3,6}	p _{1,5} p _{3,5} p _{2,6} p _{3,6}	p _{2,4} p _{3,5} p _{2,4} p _{2,6}			p _{1,3} ; p _{1,5}

Таким образом, нами установлено, что у футболистов разного игрового амплуа наблюдается разный уровень приспособления со стороны системы кровообращения на воздействие стандартной физической нагрузки, что целесообразно учитывать как при построении тренировочного процесса, так и в соревновательный период.

Выводы:

1. Исходные значения показателей variability сердечного ритма, зарегистрированные в условиях покоя, зависят от игрового амплуа футболистов. Для защитников характерно доминирование автономного контура регуляции. Наибольшая централизация обнаружена у полузащитников.

2. Спортсмены с разным уровнем активности регуляторных систем по-разному отвечают на физическую нагрузку. У защитников синхронно усиливается активность автономного и центрального контуров управления с опережением автономного. У полузащитников и нападающих активность автономной регуляции снижается на фоне роста высших уровней управления сердечным ритмом.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. - М.: Медицина, 1979. – 298 с.
2. Жужгов, А.П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: автореф. дис. ... канд. биол. наук /А.П. Жужгов. 03.00.13- Казань, 2003. – 23 с.

3. Красноперова Т.В. Вариабельность сердечного ритма и центральная гемодинамика у высококвалифицированных спорт-сменов с разной активностью вегетативной регуляции: дис... канд. биол. наук / Т.В. Красноперова: 03.00.13 Ижевск, 2005. - 183 с.
4. Петрова В.В., Корчажкина Н.Б., Фомкин П.А. и др. Современные подходы к диагностике состояния сердечно-сосудистой системы у студентов, активно занимающихся спортом // Реа-билитация и санаторно-курортное лечение. 2013. - №1. – С. 79-83.
5. Пузин С.Н., Ачкасов Е.Е., Машковский Е.В. и др. Профессиональные заболевания и инвалидность у профессиональных спортсменов // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2012. - №3. – С. 3-5.
6. Разинкин С.М., Самойлов А.С., Фомкин П.А. и др. / Оценка показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта // Спортивная медицина, 2015. - №4.- С. 46-55.
7. 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.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ КАРАТИСТОВ В ПОКОЕ И ПРИ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЕ ДО И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Брынцева Е.В.

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова,
Санкт-Петербург
sharvin-bard@yandex.ru

ASSESSMENT OF INDICATORS OF THE CONDITION OF WARM AND VASCULAR SYSTEM OF KARATEKAS AT REST AND AT ORTHOSTATIC TEST BEFORE PHYSICAL ACTIVITY

Bryntceva E.V.

Northwest state medical university of I. I. Mechnikov, St. Petersburg

Резюме. Целью нашего исследования является выявление наиболее чувствительного показателя (маркера) для оценки восстановления каратистов в тренировочный период годичного цикла. В исследовании участвовали 15 квалифицированных спортсменов-каратистов сборной команды одного из клубов Санкт-Петербурга. Возраст спортсменов 10-18 лет. На основании статистического анализа показателей РКГ спортсменов-каратистов определены наиболее информативные показатели, которые характеризуют функциональное состояние ($p < 0,01$). Причем для оценки состояния покоя и ортостатической пробы эти показатели были разными. Для покоя основными для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы являются показатели РКГ: LF/HF и LF и HF в относительном значении, которые регистрировались до и после тренировки и между тренировками. Для ортостатической пробы основными для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы являются показатели РКГ: R-R ср, AMo, dX, CV, SDNN, RMSSD, IBP, BPP, PAIP, IH, которые регистрировались до и после тренировки и между тренировками.

Ключевые слова: ритмокардиография, спорт, функциональное состояние, ортостатическая проба, вариабельность сердечного ритма.

Summary: The aim of our study is to identify the most sensitive indicator (marker) to assess recovery karate training period in the annual cycle. The study involved 15 qualified athletes karate team of one of the St. Petersburg club. Age of the athletes was 10-18 years old. The most informative indicators are based on statistical analysis of indicators of the GSC-karate athletes who characterize the functional status ($p < 0,01$). Moreover, to assess the state

of rest and orthostatic test these figures were different. For the rest basic to assess the functional state of the cardiovascular system are the indicators of the GSC: LF / HF and LF and HF in a relative sense, which were recorded before and after training, and between training sessions. For orthostatic test basic to assess the functional state of the cardiovascular system are the indicators of the GSC: R-R interval, Amo, dX, CV, SDNN, RMSSD, IOM, CDF, PAPR, IN, which were recorded before and after training, and between training sessions.

Keywords: rhythmocardiography, sport, functional status, orthostatic test, heart rate variability.

Введение. Совершенствование оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы на данный момент является основным фактором для повышения эффективности тренировочного процесса и роста спортивных результатов. Целый ряд специалистов утверждает, что именно от адекватной адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам зависит работоспособность мышечной системы [6,7,9]. Наиболее используемыми в практике спортивного врача являются показатели анализа частоты сердечных сокращений и вариабельности сердечного ритма (BCP) [5].

Для оценки BCP используют метод ритмокардиограммы (РКГ). Он позволяет индивидуально измерить соответствие физических нагрузок функциональному состоянию организма спортсмена.

В данный момент для оценки ритмокардиограммы (РКГ) спортсмена используется огромное число показателей. Однако работа врачом команды не позволяет тратить достаточное количество времени для оценки более чем 25 показателей [3]. Поэтому для удобства мониторинга тренировочного процесса необходимо сократить их число и выявить наиболее чувствительные [2].

Но, как оказалось, довольно сложно выявить конкретные показатели для оценки вариабельности сердечного ритма.

По данным Н.А. Агаджаняна, который исследовал более 90 спортсменов разных видов спорта, наиболее информативными являются TP, ИН, АМо и LF/HF [1].

Гаврилова Е.А. и соавт. на основании оценки обследований 129 атлетов говорит об информативности комплексных показателей ВПР и ПАРС, предложенных Р.М. Баевским [4].

Наконец, по исследованиям М. Votek и соавт. в покое в подготовительном периоде тренировочного цикла наиболее достоверными показателями являются TP, HF и RMSSD [9].

Целью нашего исследования является выявление наиболее чувствительного показателя (маркера) для оценки восстановления каратистов в тренировочный период годичного цикла.

Методы. Используя ресурс для поиска медицинских статей PubMed NCBI, был сделан обзор научно-методической литературы по данному вопросу. Анализ вариабельности сердечного ритма производился с помощью программы «Кардиометр - МТ». Статистическая обработка была сделана с использованием компьютерной программы «Microsoft Office Excel 2013» и онлайн-калькулятора автоматического расчета U-критерия Манна-Уитни.

В исследовании участвовали 15 квалифицированных спортсменов-каратистов сборной команды одного из клубов Санкт-Петербурга. Возраст спортсменов 10-18 лет. Все атлеты, участвующие в эксперименте, на момент проведения исследования по данным диспансерного обследования были практически здоровыми. Родители спортсменов дали свое согласие на участие в исследовании. Тренировочный цикл у спортсменов состоял из утренней двухчасовой и дневной двухчасовой тренировки. Применяя математический анализ вариабельности сердечного ритма, проводилась оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы в покое до тренировки, после и в проме-

жутке между двумя тренировками. Показатели вариабельности сердечного ритма регистрировались в состоянии покоя в течение 5 мин. и и при активной ортостатической пробе в течение 5 мин.

Результаты исследования: В результате проведенного статистического анализа показателей РКТ каратистов, которые регистрировались в состоянии покоя и во время ортостатической пробы до тренировки, после и в промежутке между двумя тренировками были выявлены информативные показатели анализа вариабельности сердечного ритма. Полученные данные позволяют упростить процесс оценки функционального состояния организма каратистов разной квалификации, сделать оценку более объективной, при этом не снижая ее эффективность. Из всех показателей, которые получили во время анализа вариабельности сердечного ритма, внимания заслуживают достоверно различающиеся между группами до (1), после тренировки (2) и между тренировками (3). Таким образом, количество анализируемых показателей РКТ, которые будут анализироваться уменьшится, а информативность – повысится.

При сравнении групп показателей в покое до, после и между тренировками достоверные отличия были выявлены при анализе R-R ср, Мо, соотношения LF/HF и отдельно показателями LF и HF в относительных числах. Достоверных различий в показателях до тренировки и в промежутке между тренировками выявлено не было, следовательно, к этому времени функциональность сердечно-сосудистой системы атлетов успела восстановиться (табл. 1).

Таблица 1

Показатели РКТ покоя достоверно различающиеся у каратистов.

Показатель	До - после	После- между	До - между
R-R ср	p<0,05	-	-
Мо, мс	p<0,05	-	-
LF/HF	p<0,01	p<0,05	-
LF, %	p<0,01	p<0,05	-
HF, %	p<0,01	p<0,05	-

Примечание. Знак «-» означает, что достоверных различий между показателями выявлено не было.

При сравнении групп показателей ортостатической пробы до, после и между тренировками достоверные отличия были выявлены при анализе R-R ср, Мо, АМо, dX, CV, SDNN, RMSSD, NN50, pNN50, MD, ИБР, ВПР, ПАПР, ИН, HF, LF, VLF, TP. Достоверных различий в показателях до тренировки и в промежутке между тренировками также выявлено не было, следовательно, к этому времени функциональность сердечно-сосудистой системы атлетов успела восстановиться (табл. 2).

Обсуждение и выводы. На основании статистического анализа показателей РКТ спортсменов-каратистов определены наиболее информативные показатели, которые характеризуют функциональное состояние (p<0,01). Причем для оценки состояния покоя и ортостатической пробы эти показатели были разными.

Для покоя основными для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы являются показатели РКТ: LF/HF и LF и HF в относительном значении, которые регистрировались до и после тренировки и между тренировками. Для ортостатической пробы основными для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы являются показатели РКТ: R-R ср, АМо, dX, CV, SDNN, RMSSD, ИБР, ВПР, ПАПР, ИН, которые регистрировались до и после тренировки и между тренировками.

Таблица 2

Показатели РКГ ортостатической пробы достоверно различающиеся у каратистов.

Показатель	До - после	После- между	До - между
R-R ср	p<0,05	p<0,01	-
Mo, мс	p<0,05	p<0,05	-
AMo, %	p<0,05	p<0,01	-
dX, мс	p<0,05	p<0,01	-
CV, %	-	p<0,01	-
SDNN, мс	p<0,05	p<0,01	-
RMSSD, мс	p<0,05	p<0,01	-
NN50 count	-	p<0,05	-
pNN50, %	-	p<0,05	-
MD, мс	-	p<0,05	-
ИБР	p<0,05	p<0,01	-
ВІР	p<0,05	p<0,01	-
ПАІР	p<0,05	p<0,01	-
ІН	p<0,05	p<0,01	-
HF, мс2	p<0,05	p<0,05	-
LF, мс2	-	p<0,05	-
VLF, мс2	-	p<0,05	-
TP, мс2	-	p<0,05	-

Примечание. Знак «-» означает, что достоверных различий между показателями выявлено не было.

Таким образом, для оценки вариабельности сердечного ритма каратистов необходимо анализировать выявленные информативные показатели РКГ, которые регистрируются не только в состоянии покоя до и после тренировки, но и во время ортостатической пробы, что позволит повысить эффективность оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов.

Список литературы:

1. Агаджанян Н.А., Батоцыренова Т.Е., Семенов Ю.Н. Соревновательный стресс у представителей различных видов спорта по показателям вариабельности сердечного ритма // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 1. – С. 2–5.
2. Бань А.С. Показатели физической работоспособности спортсменов игровых видов спорта (гандбол, волейбол, баскетбол) / А.С. Бань, М.К. Борщ, Г.М. Загородный // Актуальные проблемы подготовки резерва в спорте высших достижений: материалы Междунар. науч. – практ. конф., Минск, 11-12 нояб. 2009 г.: в 2 т./ред. кол.: М.Е. Кобринский (гл. ред.). – Минск: БГУФК, 2009. – т. 1. – с. 160-163.
3. Гаврилова Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография/ Е.А. Гаврилова. – СПб.:Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
4. Гаврилова Е.А. Ритмокардиография в оценке, прогнозе и мониторинге работоспособности у спортсменов / Е.А. Гаврилова//Методы оценки повышения работоспособности у спортсменов: Материалы Всеросс. науч.- практ. конф. С международным участием. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2013. – с. 18-19.
5. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность / Е.А. Гаврилова. – М.: Спорт. – 2015. – 168с.
6. Криворученко Е. В. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов различной квалификации, специализирующихся в беге на корот-

кие дистанции / Е. В. Криворученко // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. - 2012. - № 4. - С. 443–447.

7. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная/ Солодков А. С., Сологуб Е. Б. – М. : Советский спорт, 2008. – 620 с.

8. 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.

9. Botek M. Change in performance in response to training load adjustment based on autonomic activity/ Botek M, McKune A.J., Krejci J., Stejskal P., Gaba A.//Int. J. sports med. – 2013. – vol. 35, №6. – p. 482-488.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И НАПРАВЛЕННОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Быков Е.В., Зинурова Н.Г., Чипышев А.В.

Уральский государственный университет физической культуры (УралГУФК),

г. Челябинск

bev58@yandex.ru

VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM AND ORIENTATION OF PHYSICAL ACTIVITIES

Bykov E.V, Zinurova N.G., Chipyshev A.V.

Ural State University of physical culture, Chelyabinsk

Резюме. Изучение variability сердечного ритма (BCP) сохраняет свою актуальность для спортивной медицины и спортивной физиологии для определения «модельных» характеристик, отражающих уровень функционального состояния спортсменов, осуществления спортивного отбора, выбора спортивной специализации. У спортсменов, развивающих скоростно-силовые качества и специальную выносливость (единоборцы), преобладает активность надсегментарного уровня регуляции ритма сердца, вегетативный баланс расценивается как «напряженный». При ортостазе в группе единоборцев и игроков больший вклад в регуляцию ритма сердца вносят очень низкочастотные и низкочастотные колебания (отражает симпатическую активность и гуморально-метаболические влияния ритма сердца), у спортсменов циклических видов спорта достоверно ниже значения индекса вагосимпатического равновесия и индекса централизации, что свидетельствует о наличии у игроков и единоборцев большей «централизации» управления ритма сердца и степени напряжения адаптационных процессов.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, спортсмены, физическая нагрузка, ортостаз.

Abstract. The study of heart rate variability remains relevant to sports medicine and sports physiology for the definition of "model" characteristics, reflecting the level of functional condition of athletes, the implementation of sports selection, the choice of sports specialization. In athletes, developing speed-strength characteristics and special endurance, dominates the activity of the suprasegmental level of regulation of heart rate, autonomic balance is considered as "busy". At orthostasis group of wrestlers and athletes of team sports greater contribution to the regulation of heart rhythm make a very low frequency and low-frequency oscillations (reflects activity of the sympathetic and humoral-metabolic effects of heart rhythm), in athletes of cyclic sports significantly lower index values vagosympatric balance and index of centralization, which indicates the presence of wrestlers and sportsmen of playing types of sport bore "centralization" of control of heart rhythm and degree of tension of adaptive processes.

Keywords: heart rate variability, athletes, exercise, orthostasis.

Введение. Изучение variability сердечного ритма (ВСР) сохраняет свою актуальность для спортивной медицины и спортивной физиологии, несмотря на многочисленные исследования и публикации по этой теме [12, 13]. Это связано с тем, что на основе динамических исследований ВСР в покое и ортостазе имеется возможность осуществлять индивидуальный подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции, что будет способствовать реальной возможности повышения уровня функциональной готовности спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности [8, 10].

Наши исследования посвящены поиску «модельных» характеристик, отражающих уровень функционального состояния спортсменов, для осуществления спортивного отбора, выбора спортивной специализации [3, 4, 6, 9]. В частности, были показаны особенности ВСР у спортсменов с различным типом вегетативной регуляции, типом кровообращения, уровнем толерантности к гипоксии, спортивной результативности и другими характеристиками. Но наибольший интерес исследований до сих пор вызывает определение особенностей ВСР как отражение адаптации спортсменов к специфическим физическим нагрузкам [7, 11].

Организация и методы исследования. Исследования проводились на базе научной лаборатории кафедры спортивной медицины и физической реабилитации УралГУФК в подготовительном периоде тренировочного процесса. В исследованиях приняли участие спортсмены мужского пола 18-24 лет со стажем тренировок более 5 лет, имеющие первый спортивный разряд и кандидаты в мастера спорта, распределены на 3 группы в зависимости от направленности тренировочных нагрузок: «единоборства» ($n=31$), «циклические виды» ($n=32$), «игровые виды» ($n=28$).

Анализ показателей при помощи сертифицированной компьютерной системы «Кентавр» фирмы «Микролюкс» (г. Челябинск) в состоянии относительного покоя и после проведения пробы активного. В каждом положении за 500 ударов сердца (ЭКГ) автоматически регистрировались абсолютные значения параметров и их variability с использованием быстрого преобразования Фурье. Мощность спектральной плотности анализировалась как функция частоты, показателем variability служит среднеквадратическое отклонение продолжительности R-R-интервалов. Анализ абсолютной и относительной мощности колебаний проведен в четырех диапазонах спектра: 1. ультранизкочастотный диапазон (УНЧ, флуктуации до 0,025 Гц) – отражает активность метаболической регуляции; 2. очень низкочастотный диапазон (ОНЧ, 0,025 – 0,075 Гц) – отражает активность высших центров вегетативной регуляции; 3. низкочастотный диапазон (НЧ, 0,075 – 0,15 Гц) – отражает активность симпатического отдела ВНС; 4. высокочастотный диапазон (ВЧ, 0,15–0,5 Гц) – отражает влияние парасимпатического отдела ВНС [1]. Определены индекс централизации (ОНЧ+НЧ/ВЧ) и индекс вагосимпатического взаимодействия (НЧ/ВЧ) согласно рекомендаций [1, 5].

Результаты. Анализ ВСР показал, что наименьшее напряжение адаптационных процессов у представителей 2-й группы: они имели самую большую величину ОМС, почти в два раза выше по сравнению со спортсменами других видов спорта ($p<0,001$) за счет мощности колебаний в ВЧ- и НЧ-диапазонах спектра ($p<0,001$), отражающих влияние сегментарных структур на ритм сердца (таблица 1).

У группы спортсменов циклических видов спорта выше, чем в группах единоборцев и игровых видов относительная мощность НЧ- и ВЧ-колебаний, кроме того, у них самый низкий уровень относительной мощности ОНЧ-колебаний (25,2% против 45,8% в 1-й группе и 41% в 3-й группе). У спортсменов 1-й и 3-й групп в положении лежа РС определяется активностью гуморальных факторов и влиянием надсегментарного уровня регуляции и симпатического отдела ВНС [2].

Увеличение доли ВЧ-колебаний, снижение относительной мощности ОНЧ-колебаний, а также наличие ненапряженного вегетативного баланса ($ОНЧ < НЧ > ВЧ$) у спортсменов-легкоатлетов 2-й группы, имеющих нагрузки аэробной направленности, отражают высокий уровень адаптационных возможностей.

В 1-й и 3-й гр. вегетативный баланс оценивался как напряженный ($ОНЧ > НЧ > ВЧ$). ИЦ был существенно выше в 1-й ($9,89 \pm 0,86$ усл. ед.) и в 3-й ($4,43 \pm 0,49$ усл. ед.) группах по сравнению с группой легкоатлетов ($1,94 \pm 0,23$ усл. ед., ($p < 0,001$)). ИЦ, как известно, уменьшается при усилении автономных влияний, таким образом, можно говорить о большей степени «централизации» управления РС у единоборцев и игроков. Межгрупповые различия ИВВ ($НЧ\%/ВЧ\%$) в положении лежа оказались достоверно значимыми ($p < 0,001$) – в 1-й группе $4,14 \pm 0,46$ усл. ед. против $1,16 \pm 0,17$ усл. ед. во 2-й группе и $1,72 \pm 0,22$ усл. ед. в 3-й группе, что свидетельствуют об усилении влияния симпатического отдела ВНС и увеличении напряжения адаптационных процессов у спортсменов 1-й группы

Таблица 1

Спектральные характеристики ритма сердца спортсменов различных видов спорта в положении лежа и в положении стоя ($M \pm m$)

Группа	ОМС, усл.ед.	УНЧ, усл.ед.	ОНЧ, усл.ед.	НЧ, усл.ед.	ВЧ, усл.ед.
лежа					
1 (единобор.)	$35,5 \pm 4,75$	$4,61 \pm 0,82$	$16,33 \pm 1,81$	$11,76 \pm 1,61$	$2,84 \pm 0,79$
2 (циклич.)	$63,02 \pm 6,58$	$6,76 \pm 0,90$	$15,01 \pm 2,40$	$22,30 \pm 3,56$	$19,22 \pm 2,65$
3 (игр. виды)	$34,77 \pm 4,14$	$6,25 \pm 0,87$	$14,27 \pm 1,94$	$9,04 \pm 1,69$	$5,26 \pm 1,21$
p 1-2	$<0,001$	$>0,05$	$>0,05$	$<0,01$	$<0,001$
p 1-3	$>0,05$	$>0,05$	$>0,05$	$>0,05$	$>0,05$
p 2-3	$<0,001$	$>0,05$	$>0,05$	$<0,001$	$<0,001$
стоя					
1 (единобор.)	$20,85 \pm 2,73$	$3,45 \pm 0,47$	$8,13 \pm 1,13$	$7,81 \pm 1,60$	$1,42 \pm 0,41$
2 (циклич.)	$34,88 \pm 4,63$	$3,76 \pm 0,50$	$10,98 \pm 1,74$	$14,91 \pm 1,92$	$5,25 \pm 0,84$
3 (игр. виды)	$25,82 \pm 3,57$	$1,74 \pm 0,32$	$12,18 \pm 1,13$	$10,45 \pm 0,91$	$1,42 \pm 0,36$
p 1-2	$<0,05$	$>0,05$	$<0,05$	$<0,05$	$<0,001$
p 1-3	$>0,05$	$<0,05$	$>0,05$	$>0,05$	$>0,05$
p 2-3	$>0,05$	$<0,05$	$>0,05$	$>0,05$	$<0,001$

При ортопробе снижалась ОМС во всех группах, в наибольшей степени во 2-й группе (44,7%) за счет значительного снижения мощности ВЧ-колебаний (72,7%). Мощность ВЧ-колебаний также значительно снизилась у единоборцев (на 50%) и у игроков (на 73% в 3-й гр.). Выявлены симпатикотонические реакции при ортопробе – происходило повышение доли НЧ-колебаний во всех группах – до 37,5%-42,7%, и их величины, в отличие от абсолютных значений, практически не различались в группах сравнения. В вертикальном положении в группе единоборцев и игроков больший вклад в регуляцию РС вносят ОНЧ- и НЧ-колебания ($ОНЧ > НЧ > УНЧ > ВЧ$), что отражает симпати-

ческую активность и гуморально-метаболические влияния ритма сердца. В группе циклических видов мы отмечали больший вклад НЧ-колебаний (42,7%) (НЧ>ОНЧ>ВЧ), и в сравнении с другими группами более высокую значимость относительной мощности ВЧ-колебаний (15,05%), в 1-й и 3-й группе – 6,4% и 5,5%. При АОП произошли однонаправленные изменения ИЦ: показатель достоверно увеличился в 1-й группе до 11,22 усл. ед., во 2-й до 4,94 усл.ед. и в 3-ей группах до 15,94 усл.ед. Динамика ИВВ при переходе в вертикальное положение имела ту же тенденцию: в положении стоя значения ИВВ у единоборцев составили $5,76 \pm 0,86$ усл.ед., $2,85 \pm 0,35$ усл.ед. у спортсменов циклических видов и $7,36 \pm 0,91$ усл.ед. у спортсменов-игровиков. Полученные результаты отражают повышение активности симпатического отдела ВНС во время АОП во всех группах.

Выводы. У спортсменов, развивающих скоростно-силовые качества (игровики) и специальную выносливость (единоборцы), преобладает активность надсегментарного уровня регуляции ритма сердца, вегетативный баланс расценивается как «напряженный» (НЧ%<ОНЧ%>ВЧ%).

При ортостазе в группе единоборцев и игроков больший вклад в регуляцию РС вносят ОНЧ- и НЧ-колебания (ОНЧ>НЧ>УНЧ>ВЧ) (отражает симпатическую активность и гуморально-метаболические влияния ритма сердца), во 2-й группе достоверно ниже значения ИВВ и ИЦ, что свидетельствует о наличии у игроков и единоборцев большей «централизации» управления РС и степени напряжения адаптационных процессов.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации): протокол №4 от 11.04.2000г. Комиссии по клинко-диагностическим приборам и аппаратам Комитета по новой медицинской технике МЗ РФ/ Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин и др. // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. междунар. симп. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та. – 2003. – С. 200–255.
2. Быков Е.В. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам / Е.В. Быков, С.А. Личагина, Р.У. Гаттаров и др. // Колебательная активность показателей функциональных систем организма спортсменов и 252 детей с различной двигательной активностью. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. – 2005. – С. 92-207.
3. Быков Е.В. Спектральные характеристики ритма сердца у футболистов с различным типом вегетативной регуляции / Е.В. Быков, Е.Г. Сидоркина, Н.В. Аксенова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1426.
4. Быков Е.В. Оценка характера вегетативной регуляции во взаимосвязи с уровнем соматического здоровья у юных спортсменов-конькобежцев 13-15 лет // Е.В. Быков, Р.А. Долгова // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 8. – С. 45.
5. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика. / Под ред. А. М. Вейна. – М. : Медицинское информационное агентство, 2000. – 752 с.
6. Кайкан С.М. Устойчивость к ортостатическому воздействию спортсменов с различным уровнем толерантности к гипоксии / С.М. Кайкан, М.М. Кузиков, К.Г. Денисов, Е.В. Быков // Теория и практика физической культуры. – 2011. – №4. – С. 27–29.
7. Коломиец О.И. Вариабельность ритма сердца при адаптации к физическим нагрузкам различной направленности / О.И. Коломиец, Е.В. Быков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – №12 (118). – С.98–103.
8. Плетнев А.А. Оценка переходных процессов гемодинамики спортсменов при ортопробе на основании анализа спектральных характеристик / А.А. Плетнев, Е.В. Быков, Н.Г. Зинунова, А.В. Чипышев // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 320.

9. Потапова Т. В. Особенности регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы юных спортсменов с различными типами кровообращения / Т. В. Потапова, Е. В. Быков, С. М. Кайкан // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2008. – № 5. – С. 21-23.

10. Шлык Н.И. Анализ variability сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе / Н.И. Шлык // Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: матер. V Всерос. симп. с междунар. участием. – Ижевск, 2011. – С. 348–369.

11. Шлык Н.И. Роль индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции в построении и оценке тренировочного процесса / Н.И. Шлык // Олимпийский спорт и спорт для всех: матер. XVIII Междунар. науч. конгресса. – Алматы : КазАСТ, 2014. – Т. 3. – С. 285-288.

12. Шлык Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа variability сердечного ритма) / Н.И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 9. – № 4. – С. 5-15.

13. Шлык Н.И. Ритм сердца и тип вегетативной регуляции при оценке уровня здоровья и функциональной подготовленности юных спортсменов (по данным анализа variability сердечного ритма) / Н.И. Шлык // Проблемы физкультурного образования: содержание, направленность, методика, организация: Матер. Междунар. науч. конгресса. – Челябинск : Уральская академия, 2015. – С. 623-627.

ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РИТМА СЕРДЦА КАК КРИТЕРИЙ НАЗНАЧЕНИЯ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ В СПОРТЕ

Гаврилова Е.А.

Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова,
Санкт-Петербург
gavrilovaea@mail.ru

VEGETATIVE REGULATION OF THE RHYTHM OF HEART AS CRITERION OF PURPOSE OF PHARMACOLOGICAL CORRECTION IN SPORT

Gavrilova E.A.

Northwest state medical university of name I.I. Mechnikova, st. Petersburg

Резюме. В работе рассмотрен вопрос использования variability ритма сердца у спортсменов для выбора оптимальной медикаментозной коррекции и оценки ее эффективности при различной выраженности гиперсимпатикотонии *как отражению стресс-реакции*, стрессорных расстройств и повреждений у спортсменов.

Ключевые слова: спортсмены, variability ритма сердца, гиперсимпатикотония, вегетативная нервная система.

Abstract. In this paper we consider the question of the use of heart rate variability in athletes for selection of the optimal medical therapy and evaluate its effectiveness with different severity of hypersympathicotonia as a reflection of the stress reaction, stress disorders and injuries in athletes.

Keywords: athletes, heart rhythm variability, hypersympathicotonia, autonomic nervous system.

Введение. На сегодняшний день после громких антидопинговых скандалов в отечественном спорте тема адекватной недопинговой фармакологической подготовки

спортсменов становится как никогда актуальной. Обеспечение сборных команд лекарственными препаратами и биологически активными добавками (БАД) является неотъемлемой частью тренировочного процесса (Приказ Минздрава России от 14 января 2013 г. N3н "О медицинском и медико-биологическом обеспечении спортивных сборных команд Российской Федерации"). Цель этого не только поддержать пищевой статус и улучшить спортивный результат, но и снизить отрицательные последствия интенсивных физических нагрузок на здоровье спортсмена [1,2]. Сегодня имеются большие возможности по финансированию закупок препаратов для фармакологического обеспечения тренировочного процесса, их широкий ассортимент и четкое правовое регулирование в этой сфере. Это дает возможность спортивному врачу совместно с тренером обеспечить качественную и безопасную как в плане здоровья, так и антидопинговой чистоты фармподготовку спортсмена.

В то же время широкие возможности в данном вопросе сопряжены и с рядом проблем: индивидуализация назначения фармакологических средств, оценка их эффективности, планирование графика фармакологического сопровождения тренировочного процесса. К сожалению, знаний о том, какие фармакологические средства и биологически активные добавки (БАД) необходимы спортсменам и как контролировать их эффективность на сегодняшний день явно недостаточно, что крайне снижает качество фармакологической подготовки в спорте.

В этом плане очень актуальным является использование variability ритма сердца (BPC) у спортсменов в динамике фармподготовки для выбора оптимальной медикаментозной терапии и оценки ее эффективности с учетом фона вегетативной регуляции, что и стало **целью** данной работы.

При выборе фармакологических средств важное значение имеет *преобладающий фон регуляции* вегетативной нервной системы (ВНС): *симпатикотонический* или *парасимпатикотонический* (отношение значений низкочастотной и высокочастотной составляющих в регуляции ритма сердца LF/HF) в покое и при функциональных пробах. В этой связи симпатикотония заслуживает особого внимания, поскольку она в большей степени связана с развитием стрессорных расстройств и повреждений у спортсменов, нарушением адаптации к физическим нагрузкам, и, в конечном итоге - со снижением спортивной работоспособности.

LF - компоненту сердечного ритма можно охарактеризовать как стресс-реализующую, которая имеет большое значение в мобилизации спортивно важных качеств, особенно в спринте, там, где нужна взрывная сила или в соревновательный период тренировочного цикла. Однако опережающий ее рост в волновом спектре в динамике тренировочного цикла может свидетельствовать о напряжении адаптационных механизмов - гиперadrenergии (*гиперадаптоз*) или перетренированности. При этом постоянная гиперреактивность симпатического отдела ВНС ведет к истощению адренергических механизмов регуляции и гипoadренергии или *маладаптации*.

С ростом спортивного мастерства отмечается преобладание парасимпатических влияний над симпатическими. В группе спортсменов низшей квалификации индекс LF/HF значительно выше (1,5-2,0 у.е.), чем у спортсменов высших разрядов (менее 1,5-1,0 у.е.). Показано, что динамика роста LF в пробе с физической нагрузкой коррелирует с уровнем лактата [3]. Избыточная активация симпатического отдела ВНС вызывает усиление энергозатрат регуляторных систем организма на поддержание гомеостаза. Отмечено, что низкочастотная составляющая ритма сердца нарастает при сотрясении мозга у спортсменов даже при отсутствии жалоб [4] и может служить критерием эффективности назначаемого лечения, а также расширения режима тренировок.

Однако, активация симпатoadренальной системы, которую отражает рост LF компоненты волнового спектра, прежде всего, связана с деятельностью сердечно-

сосудистой системы. Это - экстренный механизм повышения сократимости миокарда и ЧСС. Он предназначен для усиления работы сердца в условиях тренировок, соревнований, других стрессорных событий. Увеличение симпатических влияний на сердце сопровождается активацией всех метаболических процессов в миокарде. При этом расходуются значительно большее, чем в норме количество кислорода и энергии, а их доставка снижается. Длительная работа в таких условиях приводит к истощению миокарда. Кроме того, укорочение диастолы, снижение диастолической функции миокарда в условиях симпатической активации приводит к уменьшению кровоснабжения сердечной мышцы, поскольку именно в эту фазу сердечного цикла осуществляется наполнение коронарных артерий. Создаются крайне невыгодные условия функционирования кардио-респираторной и других систем организма, способствующие развитию перетренированности. В то же время катехоламины являются мощными вазоконстрикторами, воздействующим как на артериальные, так и на венозные сосуды. Сокращение артерий повышает периферическое сопротивление (постнагрузку на миокард), в результате чего сердце вынуждено справляться с дополнительной работой по продвижению крови. Растет перегрузка сопротивлением, активируются процессы, ведущие к гипертрофии сердечной мышцы. Тонус вен при этом увеличивается в меньшей степени, нежели артерий. Поэтому большая часть крови по градиенту давления перемещается в венозное русло. Возврат крови к сердцу увеличивается, возрастает и преднагрузка на миокард. Сердце в таких условиях должно перекачивать большее количество крови, развивается также перегрузка объемом. Показано, что активация симпатической регуляции ритма сердца имеет также четкие обратные корреляции с уровнем тропонина, то есть с нарушением целостности мембран кардиомиоцитов и структурным повреждением миокарда [5].

Изменение тонуса сосудов при гиперсимпатикотонии не может не отразиться и на кровоснабжении скелетных мышц, а соответственно, и доставке кислорода и энергетических субстратов к ним.

Рост LF компоненты в покое означает, что организм находится под симпатической экспансией и во время отдыха, что приводит к постепенному развитию гипoadрeнepгии. По мнению ряда авторов [6], за 1–3 нед до снижения спортивных результатов уменьшается мощность HF-волн и возрастает мощность медленных и очень медленных колебаний (LF и VLF). Таким образом, мониторинг LF составляющей спектра можно использовать как ранний критерий нефункциональных сверхнагрузок.

Для оценки необходимости и подбора фармакологической коррекции гиперсимпатикотонии требуется определить ее стадию. Стадии аналогичны стадиям развития стресса по Г.Селье: тревоги, сопротивления, истощения. Их можно определить на основании реакции симпатoadрeнaлoвoй системы в ответ на дыхательную пробу (нормальная, предпатологическая, патологическая), что послужит отправной точкой в выборе препарата.

Известно, что при дыхании происходит последовательное торможение и возбуждение ядра блуждающего нерва, передающееся к синусовому узлу через соответствующие нервные окончания. Это сопровождается укорочением кардиоинтервалов на вдохе и удлинением их на выдохе. Поскольку дыхание во многом определяет волновую структуру ритма сердца [7], именно дыхательная проба может выявить в значительной мере нарушения в формировании этой структуры. Теоретическими предпосылками к этому является Де Боер-модель [8]. Шумовые внешние возмущения, влияющие на регуляцию синусового узла, порождают определенный спектр ВРС. Это позволяет при контролируемых внешних возмущениях (изменении дыхания) исследовать внутренние характеристики вариабельности. Применение управляемого дыхания можно рассценивать как введение периодических составляющих во внешний шумовой сигнал. Согласно де Боер-модели, наличие собственных колебаний системы с частотой колебаний

около 0,1 Гц позволяет использовать резонансный отклик в LF-диапазоне в ответ на управляемое дыхание с периодом 10 с (или шесть дыхательных циклов в минуту). Эффект резонанса обусловлен совпадением колебательных процессов дыхания и собственных колебаний системы регуляции – резонансным дыханием.

Для обследования спортсменов использовалась *проба с резонансным дыханием* по методике Л.И. Левиной [9]. Методика данной пробы включает в себя предварительную запись фоновой ритмограммы (РКГ) в течение 1,5 мин, после чего запись РКГ осуществляется во время дыхания с частотой 6 дыхательных циклов в минуту (4 с – вдох и 6 с – выдох). В зависимости от того, на какую величину происходит прирост максимального значения интервалов R–R ($R-R_{\text{макс.}}$) на выдохе и снижение минимального значения интервалов R–R ($R-R_{\text{мин.}}$) на вдохе в момент проведения пробы, оценивается активность соответственно парасимпатического и симпатического отделов ВНС.

Как показали исследования Л.И. Левиной [9], для *нормальной активности симпатического отдела* характерно уменьшение $R-R_{\text{мин.}}$ от 0,05 до 0,10 с. *Повышение активности* симпатического отдела ВНС характеризуется уменьшением $R-R_{\text{мин.}}$ на величину более 0,10 с, а *снижение* – уменьшением $R-R_{\text{мин.}}$ на величину менее 0,05 с. *Парадоксальная реакция* симпатического отдела выявляется при увеличении $R-R_{\text{мин.}}$ при пробе вместо уменьшения. Проведенные нами исследования, в которых участвовали более 200 спортсменов различной квалификации и направленности тренировочного процесса, доказали эффективность и информативность данной пробы не только в оценке реактивности отделов ВНС спортсменов, но и выяснении природы нарушения адаптации организма спортсмена к условиям спортивной деятельности и, соответственно, в выборе способа их коррекции [10].

Высокая реактивность симпатического отдела ВНС является *предпатологической* реакцией и может стать в определенных условиях, особенно соревнований, аритмогенным фоном. Обычно встречается у спортсменов с нарушением адаптации по типу *гиперадаптоза*. Этот же тип можно выявить и с помощью пробы с физической нагрузкой (PWC_{170}) – резкий рост соотношения LF/HF в 10 и более раз после нагрузки. Для данного типа свойственно токсическое влияние адренергии на организм спортсмена, приводящее к повреждению наиболее задействованных в тренировочном процессе систем организма спортсмена.

К *предпатологическому* типу относится также тип со снижением реактивности симпатического отдела ВНС, свидетельствующий о крайне низкой адаптации организма к физиологическим воздействиям [9]. Встречается у спортсменов с истощением функциональных резервов симпатического отдела ВНС как стресс-реализующих систем организма – *маладаптации* [11]. При пробе с физической нагрузкой соотношения LF/HF падает менее единицы. Об этом состоянии Г.Ф. Ланг писал еще в 1936 году: «Предел способности к спортивным достижениям определяется пределом функционирования симпатико-адреналовой системы...». Отмечено, что существует тесная корреляционная связь между симпатической активностью и успешностью соревновательной деятельности.

Патологический тип реакции на дыхательную пробу характеризуется парадоксальной реакцией симпатического отдела ВНС и свидетельствует о дисбалансе вегетативной регуляции. Выявляется данный тип, как правило, у спортсменов с патологией ССС, в частности со стрессорной кардиомиопатией. У данных спортсменов патологический тип реакции встречался в 10 раз чаще, чем у спортсменов с нормальной адаптацией ССС к физической нагрузке [12].

У спортсменов с циклической направленностью тренировочного процесса чаще отмечается дефицит симпатических влияний, а у спортсменов с ациклической направленностью – их резким усилением [13].

В зависимости от выраженности симпатикотонии (LF - компоненты), степени ее роста в тренировочном цикле и типа реакции на функциональные пробы, будет различаться и назначение фармакологических средств в тренировочном цикле. Для выбора фармакологической коррекции с учетом данных ритмокардиографии удобней разделять спортсменов на четыре функциональные группы:

1. *функциональная симпатикотония* - LF/HF в покое до 2,0 у.е., нормальная реакция на функциональные пробы, LF в абсолютных значениях в волновом спектре в зависимости от направленности тренировочного процесса до 3-5 тыс. мс². Данные показатели можно расценивать как физиологический ответ на сверхнагрузку, до определенного предела играющий положительную роль в мобилизации организма и очень эффективный в соревновательный период тренировочного цикла. Эта группа требует препаратов гармонизирующего действия во избежание усиления реакции симпатической ВНС и нарушения ее регуляции препаратами ортомолекулярного ряда;

2. *гиперадаптация* - LF/HF в покое более 2,0 у.е., после нагрузки - более 10 у.е., повышенная активность симпатического отдела ВНС по данным дыхательной пробы и пробы с физической нагрузкой. Данное состояние сопряжено с токсическим воздействием на органы-мишени, что делает необходимым назначение препаратов, снижающих выраженность гиперсимпатикотонии, и корректирующих изменения с ней связанные: сосудистый спазм, диастолическую дисфункцию, повышенную пред- и постнагрузку на сердце;

3. *маладаптация* - гиперсимпатикотония в покое и истощение симпатических влияний после нагрузки, сниженная активность симпатического отдела ВНС по данным дыхательной пробы и пробы с физической нагрузкой. В данной группе важно поддерживать регуляцию ВНС и предотвратить развитие гипoadренергии, поддержать энергетический дефицит во время физических нагрузок;

4. *патологическая симпатикотония* - парадоксальная реакция симпатического отдела ВНС на фоне выраженной симпатикотонии покоя и нагрузки, когда адаптивная симпатикотоническая реакция организма спортсмена на сверхнагрузки переходит в повреждающую. Обычно это сопряжено с адренергическим повреждением и цитолизом миокарда. Это требует адекватной цитопротекции и заместительной терапии структурного и функционального плана.

Данное разделение (спортивное питание, БАД или фармакологический препарат) биохимически и функционально обосновано при каждой функциональной группе. Препараты следует принимать под контролем ВРС - мониторинга спектрального анализа ритма сердца и результатов проведения функциональных проб.

Их положительная динамика может служить критерием эффективности действия препарата, а нормализация РКТ и функциональных проб – показанием к прекращению лечения.

При назначении фармакологической коррекции спортсменам надо учитывать также клиническую картину, данные анамнеза о наличии сопутствующей патологии и других функциональных исследований. Вопрос о профилактическом назначении препаратов должен решаться на основании длительного мониторинга тренировочного цикла (циклов) с выделением индивидуальной реактивности, а также учета I и II типов регуляции сердечного ритма по методике Н.И. Шлык с индексом напряжения более 100 у.е. в покое [14, 15]. Фармакологическую группу и парафармацевтики может назначать только врач.

Не следует также забывать о запрещенном списке ВАДА, который меняется ежегодно в январе. На момент написания данной работы запрещены к использованию мельдоний и триметазидин, которые могли бы успешно быть применены при патологической симпатикотонии. А также бета-блокаторы только в соревновательный период в следующих видах спорта: автоспорт, бильярдный спорт (все дисциплины), гольф,

дартс, лыжный спорт/сноубординг (прыжки на лыжах с трамплина, фристайл акробатика/хаф-пайп, сноуборд хаф-пайп/ биг-эйр), подводное плавание (СМАС) (апноэ с постоянным весом без ласт и с ластами, динамическое апноэ без ласт и с ластами, свободное погружение, апноэ квадрат, подводная охота, статическое апноэ, подводная стрельба, апноэ с переменным весом). Бета-блокаторы запрещены также и во внесоревновательный период в стрельбе и стрельбе из лука.

Таблица

Выбор препаратов в зависимости от особенностей симпатикотонии по данным ритмокардиографии

Группа спортсменов	Функциональная симпатикотония	Гиперадаптоз	Маладаптация	Патологическая симпатикотония
Базовые мероприятия	Коррекция тренировочных и соревновательных нагрузок, саунотерапия, СПА-процедуры, массаж, а также другие нефармакологические методы реабилитации расслабляющего типа			
БАД	ацил-Л карнитин, витаминные группы С и В	Л-аргинин, витамины группы С и В, цинк, магний (ZMA), омега-3 жирные кислоты	ВСАА, глютамин, креатин, коэнзим Q10, убихинон, L-карнитин	антиоксиданты, фосфолипиды, таурин, альфалиповая кислота, магний, L-карнитин, креатин-комплекс
Фармакологические препараты	-	пиками-лон	семакс	цитофлавин, мексидол (мексикор)

Вывод. Исследование вариабельности ритма сердца можно использовать как средство для контроля за функционированием стресс-реализующих систем организма, выбора индивидуальной направленной ортомолекулярной и фармакологической коррекции гиперсимпатикотонии и контроля за эффективностью действия препаратов.

Список литературы:

1. Use of integrated technology in team sports: a review of opportunities, challenges, and future directions for athletes / Dellaserra C.L., Gao Y., Ransdell L. // J Strength Cond Res. – 2014. – V.28. - №2. – P. 556-73.
2. A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance / H. Geyer, H. Braun, L. M. Burke // Br J Sports Med. - 2011. - №45. – P. 752-754.
3. Lactate and heart rate variability threshold during resistance exercise in the young and elderly / R.P. Simões, V. Castello-Simões, R.G. Mendes et al. // Int. J. Sports Med. – 2013. – Vol. 34, № 11. – P. 991–996.
4. Mainwaring, L. Post-concussion stress in asymptomatic athletes / L. Mainwaring // Monitoring Training With Heart Rate Variability: How Much Compliance is Needed for Valid Assessment? / D.J Plews, P.B. Laursen, Y. Le Meur et al. // Int. J. Sports Physiol. Perform. – 2013.
5. Heart Rate and Its Variability in Response to Running-Associations with Troponin / P. Aagaard, A. Sahlén, L. Bergfeldt, F. Braunschweig // Med. Sci. Sports Exerc. – 2014, Front Physiol. – 2013. – № 4. – P. 337.
6. Соломка, Т.Н. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов с разным типом гемодинамики / Т.Н. Соломка, И.М. Макарова // Вариабель-

ность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение : Тез. докл. IV Всероссийского симпозиума с международным участием, 19–21 ноября 2008 г. – Ижевск, 2008. – С. 295–297.

7. Saboul, D. The breathing effect of the LF/HF ratio in the heart rate variability measurements of athletes / D. Saboul, V. Pialoux, C. Hautier // *Europ. J. Sport Sci.* – 2014. – P. 282–288.

8. Киселев, А.Р. Оценка вегетативного управления сердцем на основе спектрального анализа вариабельности сердечного ритма / А.Р. Киселев // *Физиология человека.* – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 37–43.

9. Левина, Л.И. Новые подходы к компьютерной оценке вегетативной регуляции ритма сердца с помощью дыхательной пробы / Л.И. Левина, Л.В. Щеглова, Г.В. Азыдова // *Современные технологии при исследовании сердечно-сосудистой системы.* – СПб., 1997. – С. 12–15.

10. Гаврилова, Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: монография / Е.А. Гаврилова. М.: Спорт, 2015. – 168 с.

11. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. – СПб. : Гиппократ, 1995. – 448 с.

12. Гаврилова, Е.А. Спортивное сердце. Стрессорная кардио-миопатия / Е.А. Гаврилова. – М. : Советский спорт, 2007. – 200 с.

13. Первухина, Ю.А. Динамика вариабельности показателей сосудистого кровообращения и систолического артериального давления у здоровых женщин 25–40 лет под влиянием статодинамических нагрузок / Ю.А. Первухина // *Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение : Мат. V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26–28 октября 2011 г. – Ижевск, 2011. – С. 308–314.*

14. 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.

15. Шлык, Н.И., Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена / Н.И. Шлык, Е.А. Гаврилова // *Прикладная спортивная наука.* – 2015. – № 2. – С. 115–125.

**ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ КУРСОВ И ФАКУЛЬТЕТОВ
ПРИ ЭКЗАМЕНАЦИОННОМ СТРЕССЕ**

^{1,2}Герасевич А.Н., ¹Шитов Л.А., ¹Пархоц Е.Г., ¹Кожановская Н.Г.,
¹Олексюк А.П., ¹Царевич А.В.

¹Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь

²Отдел антропологии Института истории НАН Беларуси, Минск, Беларусь
ger@tut.by

**FEATURES OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM OF
STUDENTS OF DIFFERENT COURSES AND FACULTIES
AT THE EXAMINATION STRESS**

^{1,2}Geracevic A.N., ¹Shitov L.A., ¹Parhots E.G., ¹Kozhanovskaya N.G.,
¹Oleksuk A.P., ¹Tsarevitch A.V.

¹Brest state university name Ampere-second. Pushkina, Brest, Belarus

²Department of anthropology of Institute of history NAN of Belarus, Minsk, Belarus

Резюме. В работе описаны результаты исследования показателей вариабельности сердечного ритма у студентов дневного обучения факультета физического воспитания (ФВ) и других факультетов (ДрФ) в период экзаменационного стресса. Показаны достоверно более выраженные изменения показателей, характеризующих напряжение автономного контура регуляции функций и надсегментарных структур у студентов 4-го курса ФВ и 1-2-х курсов ДрФ в сравнении с обычными учебными занятиями. Предполагается, что изменения связаны с увеличением уровня общей нагрузки на студентов (умственной и физической) на фоне уменьшения степени тренированности и слабыми адаптивными возможностями организма.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, студенты, разные факультеты, учеба, экзаменационный стресс.

Summary. The paper describes the results of the study of heart rate variability at full-time students of the faculty of physical education (FPE) and other faculties (OF) in the period of examination stress. Showing more pronounced changes in the indicators characterizing the voltage of autonomous circuit of regulation of functions and suprasedgmental structures of regulation of the students of the 4th course of FPE and 1-2th courses of OF compared to period of learning. Assumed that the changes are related to an increase in the total load (mental and physical) on students on the background of reducing the degree of physical training and weak adaptive capacity of the organism.

Key words: heart rate variability, students, different faculties, period of learning, examination stress

Введение. Методика анализа вариабельности сердечного ритма характеризуется стандартными условиями получения результатов и особенностями из интерпретации [1]. Экзаменационный стресс вызывает значительные изменения в состоянии организма, в частности, функционировании вегетативной нервной системы (ВНС). Ранее показано увеличение активности симпатического отдела ВНС и, одновременно, уменьшение активность парасимпатического отдела. При этом наблюдалась перестройка управляющей функции нервных центров, координирующих работу сердечно-сосудистой системы, которая сопровождается снижением абсолютной мощности всего спектра сердечного ритма и изменением соотношения отдельных спектральных составляющих [3, 4]. Причем, изменения характерны как для студентов дневного обучения, так и для заочников [2].

Цель работы. Исследовать динамику показателей ВСР студентов факультета физического воспитания (ФВ) и других факультетов (ДрФ) под влиянием экзаменационного стресса в сравнении с уровнем показателей во время обычных учебных дней.

Методы. Обследовали студентов (юношей и девушек) 1-го (n=39) и 4-го (выпускного, n=83) курсов ФВ, а также 1–2-х (n=59) и 4–5-х (выпускных, n=19) курсов ДрФ. Запись ЭКГ-сигнала (компьютерная программа «Бриз-М», Интекард, Минск) у обследуемых проводили в стандартных условиях (5 мин, положение лежа) во время обычного учебного семестра и в период экзаменационного стресса (ЭС, перед экзаменом). По результатам записи ЭКГ-сигнала производили оценку статистических (SDNN, RMSSD, pNN50), геометрических (Mo, AMo, MxDMn), а также спектральных показателей сердечного цикла (HF, LF, VLF, LF/HF) и величины индекса напряжения (ИН).

Таблица 1

Средние значения показателей ВСР у студентов 1-го и 4-го курсов ФВ в условиях обычной учебы и под влиянием ЭС

Показатели	Средние значения показателей у студентов			
	1 курс		4 курс	
	учеба	экзамен	учеба	экзамен
SDNN, мс	78.42±3.70	83.37±4.97	87.69±3.70	76.92±2.56
RMSSD, мс	58.94±4.53	61.56±8.15	69.01±6.70	51.58±3.50
pNN50, %	15.63±1.50	13.44±1.62	14.99±1.13	11.20±1.07
AMo, отсч.	30.64±1.77	31.28±1.87	32.77±1.72	38.3±2.15*
MxDMn, мс	359.59±20.26	356.95±22.05	399.29±17.77	389.17±18.76
HF, %	37.59±1.39	36.75±1.49	39.08±1.00	37.59±0.95
LF, %	48.89±1.37	49.00±1.49	47.86±0.90	47.61±0.83
LF/HF	1.38±0.73	1.43±0.10	1.31±0.05	1.37±0.05
VLF, %	13.52±0.73	14.25±0.89	13.05±0.48	14.79±0.54
ИН, у.е.	65.30±8.36	81.92±12.4	70.00±6.98	89.10±9.20

Примечание. Достоверность различий между результатами одной группы во время учебы и экзамена:

* - $P < 0.05$;

** - $P < 0.01$

Проводили математико-статистическую обработку полученных результатов. Достоверность различий между средними значениями показателей определяли с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и обсуждение. Обработка полученных результатов и их анализ у студентов ФВ позволил заключить следующее. В таблице 1 представлены результаты расчетов количественных показателей ВСР студентов ФВ во время обычных учебных занятий и в условиях ЭС.

Качественные изменения величин показателей ВСР студентов ФВ разных курсов под влиянием ЭС составлена таблица 2.

По статистическим и геометрическим показателям сердечного ритма у студентов 1-го курса в условиях ЭС отмечены тенденции снижения показателей MxDMn и pNN50, а также увеличение значений SDNN, RMSSD, AMo. Это может свидетельствовать о тенденциях уменьшения уровня вариационного размаха (MxDMn) и относительном увеличении доли вегетативной регуляции сердечного ритма (RMSSD). При этом

наблюдалась тенденция увеличения доли центрального влияния (АМо) в общем механизме регуляции функций организма. Однако изменения не носили выраженного характера, так как достоверных различий между результатами во время учёбы и во время экзамена не обнаружено.

Таблица 2

Качественные реакции показателей ВСР у студентов 1-го и 4-го курсов ФВ под влиянием экзаменационного стресса

Показатели BCP	Качественные реакции показателей	
	1 курс	4 курс
SDNN, мс	↑	↓**
RMSSD, мс	↑	↓*
pNN50, %	↓	↓**
АМо, отсч.	↑	↑*
MxDMn, мс	↓	↓
HF, %	↓	↓
LF, %	↑	↓
LF/HF	↑	↑
VLF, %	↑	↑*
ИН, у.е.	↑	↑

У студентов 4-го курса половина изменений исследуемых показателей были достоверны ($P < 0,05-0,01$). Уменьшение RMSSD и pNN50 свидетельствовало о снижении парасимпатических влияний в регуляции сердечного ритма, вместе с этим - уменьшение SDNN - об уменьшении доли вегетативного компонента и, одновременно с этим, увеличение АМо свидетельствовало об усилении центральных влияний в общем механизме регуляции.

По показателям спектральных характеристик ВСР и ИН студенты разных курсов реагировали на ЭС практически однообразно, за исключением показателя LF. Однако достоверное различие было получено только по показателю VLF (увеличение, $P < 0,05$).

Это свидетельствовало об увеличении доли влияния вазомоторного сосудистого центра (надсегментарных структур) в регуляции деятельности сердца, связанного с высоким психоэмоциональным напряжением на экзамене

Таким образом, по представленной группе показателей у студентов 4-го курса ФВ (в сравнении со студентами 1-го курса) отмечаются более значительные изменения отдельных статистических показателей, показателей вариационной пульсометрии и спектральных показателей ВСР, свидетельствующие о более выраженном напряжении функциональных резервов организма. Можно предположить, что у студентов 1-го курса сохранены устойчиво выраженные резервы организма, связанные с многолетними активными занятиями физическими упражнениями и спортом. А у студентов 4-х курсов, с одной стороны, в силу резкого сокращения количества активных занятий снижается тренированность организма, а с другой стороны, повышается объем и напряженность учебной нагрузки, связанной с особенностями учебного плана выпускного курса.

Таблица 3

Средние значения показателей ВСР у студентов 1-2-х и 4-5-х курсов ДрФ в условиях обычной учебы и под влиянием ЭС имеет сходные

Показатели	Средние значения показателей у студентов			
	1-2-е курсы		4-5-е курсы	
	учеба	экзамен	учеба	Экзамен
SDNN, мс	78.38±3.70	68.73±4.97*	76.39±3.70	62.57±2.56
RMSSD, мс	65.65±4.53	47.36±8.15**	56.91±41.61	41.61±3.50
pNN50, %	16.06±1.50	10.48±1.62**	12.02±1.13	7.25±1.07
АМо, отсч.	33.39±43.31	43.31±1.87**	42.05±1.72	64.53±2.15
MxDMn, мс	381.63± 20.26	341.76± 22.05	347.11± 17.77	274.79± 18.76
HF, %	41.27±1.39	38.34±1.49	38.41±1.00	33.48±0.95
LF, %	46.17±1.37	47.45±1.49	48.62±0.90	51.73±0.83
LF/HF	1.22±0.73	1.31±0.10	1.36±0.05	1.70±0.05
VLF, %	12.56±0.73	14.21±0.89	12.97±0.48	14.79±0.54
ИН, у.е.	70.55±8.36	120.86± 12.40**	120.23± 6.98	181.53± 9.20

Примечание. Достоверность различий между результатами одной группы во время учебы и экзамена:

* - P<0.05; ** - P<0.01

Такое же обследование было проведено и у студентов ДрФ (таблица 3 – количественные, таблица 4 – качественные изменения).

Результаты изменений показателей ВСР под влиянием экзаменационного стресса у студентов разных курсов ДрФ показали, что у студентов младших и выпускных курсов в качественном плане реагирование на ЭС черты.

Таблица 4

Качественные реакции показателей ВСР у студентов 1-2-х и 4-5-х курсов ДрФ под влиянием ЭС

Показатели	Качественные реакции показателей	
	1-2-е курсы	4-5-е курсы
SDNN, мс	↓*	↓
RMSSD, мс	↓**	↓
pNN50, %	↓**	↓
АМо, отсч.	↑**	↑
MxDMn, мс	↓	↓
HF, %	↓	↓
LF, %	↑	↑
LF/HF	↑	↑
VLF, %	↑	↑
ИН, у.е.	↑**	↑

Однако, если у студентов 4–5-х курсов ДрФ в изменениях показателей прослеживались лишь тенденции, то у студентов 1–2-х курсов – в подавляющем большинстве наблюдались достоверные различия ($P < 0.05-0.001$). А именно: снижение величин показателей SDNN, pNN50, RMSSD и увеличение АМо. Это свидетельствует об уменьшении, в целом, суммарного эффекта вегетативной регуляции (SDNN), а также об уменьшении доли парасимпатического влияния в автономном контуре регуляции организма (pNN50, RMSSD). Одновременно с этим увеличивалась доля центральных механизмов в регуляции функций (АМо).

По спектральным показателям ВСР сдвиги в обеих группах также были схожими. Однако степени достоверности обнаружены только в группе 1–2-х курсов и только по средним значениям ИН (увеличение, $P < 0.01$).

Таким образом, в этой части работы получены более выраженные изменения величины статистических и геометрических показателей, а также суммарного ИН у студентов 1–2-х курсов ДрФ. У студентов 4–5-х курсов наблюдались лишь тенденции изменений.

Результаты свидетельствуют о том, что студенты 1–2-х курсов испытывают значительное напряжение регулирующих систем организма во время экзаменационного стресса, выражающееся в уменьшении ваготонического и увеличении симпатотонического компонентов автономного контура регуляции. Общее напряжение подтверждается и достоверным увеличением уровня ИН, отражающем усиление центральных механизмов регуляции, использование резервов организма. В отличие от них, студенты 4-5-х курсов справляются со стрессом экзамена без видимых сдвигов в регуляции функций.

Выводы. Таким образом, исследование показало, что более выраженные изменения автономного контура регуляции и надсегментарных структур в условиях экзаменационного стресса имеют студенты выпускного курса факультета физического воспитания и 1-2-х курсов других факультетов. Возможно, в первом случае это связано с увеличением объема учебной нагрузки и снижением степени тренированности организма, а во втором – со слабым уровнем адаптационной устойчивости организма студентов к условиям экзаменационной сессии.

Список литературы:

1. Баевский, Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем : метод. рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – С. 65–87.
2. Герасевич, А.Н. Различия в состоянии регуляторных систем организма студентов заочного обучения по показателям вариабельности сердечного ритма / А.Н. Герасевич, Н.Н. Михович, Г.Н. Макаревич, Е.И. Кохович // Тенденции сохранения уровня здоровья и двигательной активности юношей и девушек, проживающих в условиях Дальневосточного региона. – 2014. – № 1. – С. 152–163.
3. Деваев, Н.П. Влияние экзаменационного стресса на регуляцию сердечного ритма и биоэлектрическую активность головного мозга у студенток / Н.П. Деваев // Вестник Нижегород. унив-та им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 2. – С. 622–626.
4. Щербатых, Ю.В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.13 – физиология / Ю.В. Щербатых. – СПб., 2001. – 32 с.

**ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У
СТУДЕНТОВ-УРОЖЕНЦЕВ РАЗЛИЧНЫХ ГОРНЫХ
РЕГИОНОВ КЫРГЫЗСТАНА**

Горбылёва К.В., Зарифьян А.Г.
Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина, Бишкек
kristin55@inbox.ru

**INDICATORS OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM AT
STUDENTS NATIVES OF VARIOUS MOUNTAIN REGIONS OF KYRGYZSTAN**

Gorbylyova K. V., Zarifyan A. G.
Kyrgyz-Russian Slavic university of a name of the first
President of Russia B. N. Yeltsin, Bishkek

Резюме. рассмотрены показатели variability сердечного ритма [амплитуда моды (АМо), индекс напряжения регуляторных систем (ИН), симпатопарасимпатический баланс (LF/HF)] в состоянии покоя и при проведении активной ортоклино-статической пробы у студентов-уроженцев различных горных регионов Кыргызстана, а также освещены половые различия в сравниваемых группах.

Ключевые слова: студенты, низкогорье, среднегорье, высокогорье, ортоклино-статическая проба, кардиоинтервалограмма.

Summary. The heart rate variability [amplitude mode (CMO), the index of regulatory systems tension (IN), the sympathetic-parasympathetic balance (LF / HF)] at rest and during active ortoclinostatic sample students, natives of different mountain regions Kyrgyzstan and highlights gender differences in compared groups.

Keywords: students, low mountains, midlands, high-lands, ortoclinostatic sample, cardiointervalogram.

Введение. Изучению деятельности ССС и вегетативной нервной системы при адаптации к горным условиям посвящены многие исследования [1,6,7,9]. Состояние регуляторных систем и их способность обеспечить необходимую адаптацию организма к различным факторам являются определяющими в прогнозе функциональных возможностей организма [8]. Анализ колебаний ритма сердца имеет достаточно теоретических оснований и практическую ценность, позволяющую изучать соотношение активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, влияющих на формирование variability сердечного ритма [2].

Методы. Исследования выполнялись в Лаборатории оптимизации учебного процесса кафедры нормальной и патологической физиологии Кыргызско-Российского Славянского университета в условиях низкогорья (г. Бишкек, 760 м. над ур. м.), а также на базе Иссык-Кульского Государственного университета (среднегорье, г. Каракол, 1700 м. над ур. м.).

Обследовано 113 студентов вышеуказанных ВУЗов в возрасте 18-22 лет. Все исследуемые не имели отклонений в состоянии здоровья и были разделены на следующие группы:

1. **Низкогорную(контрольную) (n=41)** – группу юношей и девушек-уроженцев низкогорья, проживающих и обследованных в г. Бишкек.

2. **Среднегорную (n=38)** – юноши и девушки, являющиеся уроженцами среднегорья, проживающие и обследованные в г. Каракол (1700 м. над ур. м.).

3. **Высокогорную (n=34)** – юноши и девушки, родившиеся на высокогорье (Нарынская область – 2500-3000 м. над ур. м.), но обучающиеся и обследованные в г. Бишкек.

Для оценки состояния вагосимпатического баланса и степени напряжения адаптивных механизмов в работе сердечно-сосудистой системы использовался анализ variability сердечного ритма методом кардиоинтервалографии [3,5,4].

При статистической обработке оценивались следующие показатели: амплитуда моды (АМо), индекс напряжения регуляторных систем (ИН), симпатопарасимпатический баланс (LF/HF). Выполнялась активная ортоклиностатическая проба (осуществлялась в 3 этапа, каждый из них длился по 5 минут: 1-й – спокойное состояние, лёжа на спине; 2-й – переход из горизонтального положения в вертикальное; 3-й – переход из вертикального положения в горизонтальное), в процессе проведения которой регистрировались показатели кардиоинтервалограммы.

Результаты исследования и обсуждение. При анализе фоновых значений АМо у исследуемых мужского пола низко- и среднегорной групп оказалось, что они достоверно выше ($P < 0,002$) у юношей г. Бишкек. Сдвиги АМо при ортостатической пробе между сравниваемыми группами достоверно не отличаются. На участке вегетативного обеспечения АМо у каракольцев достоверно ниже ($P < 0,001$). При клиностатическом рефлексе уменьшение АМо между группами не дало различий.

Исходное значение АМо оказалось выше ($P < 0,05$) у жителей г. Бишкек, нежели у высокогорцев. При орторефлекс же повышение АМо достоверно значительней у высокогорцев ($P < 0,001$). На участке вегетативного обеспечения она достоверно выше у юношей низкогогорья ($P < 0,001$). Клиностатическая проба у юношей низко- и высокогорья различий не выявила.

При сравнении фоновых значений АМо у девушек низко- и среднегорья показатель оказался достоверно ниже у представительниц г. Каракол ($P < 0,02$). При орторефлекс увеличение АМо различий между группами не показало. На участке вегетативного обеспечения этот показатель достоверно выше у девушек низкогогорья ($P < 0,001$). Клиностатическая проба различий между сравниваемыми группами тоже не демонстрирует.

Фоновые величины АМо девушек низко- и высокогорья достоверно не отличаются. При ортостатической пробе увеличение АМо существенней проявляется у девушек низкогогорья ($P < 0,02$). На участке вегетативного обеспечения значения АМо схожи. При клиностатическом рефлекс достоверных различий между группами не выявлено.

При сравнении исходных значений ИН у юношей низко- и среднегорья обнаружено, что он явно ($P < 0,001$) выше у жителей г. Бишкек. На фоне ортопробы более выраженное увеличение индекса отмечается у юношей г. Каракол ($P < 0,001$). На участке вегетативного обеспечения ИН гораздо больше у представителей низкогогорья ($P < 0,001$). При клиностатическом рефлекс уменьшение показателя также выражено сильнее у исследуемых среднегорной группы ($P < 0,001$).

У юношей низко- и высокогорья фоновые значения ИН достоверно выше в низкогорной группе ($P < 0,05$). При орторефлекс степени увеличения ИН в сравниваемых группах достоверно не отличаются. На участке вегетативного обеспечения показатель меньше у уроженцев Нарынской области ($P < 0,02$). При клинорефлекс достоверных различий между исследуемыми не обнаружено.

У девушек низко- и среднегорной групп исходный уровень ИН наглядно выше в первой группе ($P < 0,001$). На фоне ортопробы увеличение ИН в сравниваемых группах не отличается. На участке вегетативного обеспечения ИН намного выше ($P < 0,001$) у уроженок низкогогорья. Клиностатический рефлекс различий между обеими группами в изменениях ИН не выявил.

Сопоставление исходных данных ИН у девушек низко- и высокогорной групп достоверных различий не обнаружило. Однако проведение ортопробы вызывает более выраженное увеличение ИН у участников низкогорной группы ($P < 0,02$). На участке вегетативного обеспечения ИН достоверно выше у девушек г. Бишкек ($P < 0,02$). Клиностатическая проба различий между сравниваемыми группами в изменениях ИН не выявила.

При сопоставлении исходных значений LF/HF у исследуемых мужского пола низко- и среднегорной групп результаты достоверно не отличаются. Однако на фоне орто-

пробы более выраженное увеличение вышеуказанной характеристики КИГ отмечено у юношей низкогогорья ($P<0,02$). На участке вегетативного обеспечения LF/HF достоверно ниже у юношей-среднегорцев ($P<0,001$). При клиностатической пробе уменьшение LF/HF недостоверно.

Анализируя показатели LF/HF низко- и высокогорной групп, можно говорить об отсутствии достоверных различий в исходных значениях и при проведении ортопробы. Однако на участке вегетативного обеспечения LF/HF всё-таки чётко выше у высокогорцев ($P<0,02$). При клиностатической пробе также выявлены различия, которые свидетельствуют, что уменьшение показателя выражено сильнее у исследуемых низкогогорной группы ($P<0,05$). Фоновые величины LF/HF девушек низко- и среднегорья достоверно не отличались, равно как и при выполнении ортопробы. Однако на участке вегетативного обеспечения соотношение LF/HF достоверно выше у девушек низкогогорной группы ($P<0,001$). При клиностатической пробе уменьшение показателя достоверно выраженной у исследуемых г. Бишкек ($P<0,02$).

Сопоставление данных девушек низко- и высокогорья выявило, что значения LF/HF как в исходном состоянии, так и при проведении всех этапов орто- и клинопробы и на участке вегетативного обеспечения, не имеют достоверных отличий.

Выводы. Показатели кардиоинтервалограммы, зарегистрированные в покое и во время проведения ортоклиностатической пробы, говорят об уравновешенности активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы у студентов низкогогорья, независимо от пола, тогда как среди уроженцев высокогорья отмечается преобладание тонических характеристик парасимпатических механизмов с высоким уровнем симпатической реактивности и вегетативного обеспечения.

Список литературы:

1. Агаджанян Н.А. Функциональное состояние вегетативной нервной системы женщин в процессе высокогорной адаптации и реадаптации к условиям низкогогорья / Н.А. Агаджанян, И.М. Лебедева, Е.М. Бебинов и др. // Физиология человека –1992.–Т. 18, №4.–С.5-11.
2. Агаджанян Н.А. Этнические особенности адаптации студентов Северного Кавказа / Н.А. Агаджанян, Л.Д. Цатурян // Тез.докл. IV всерос. симп.– Ижевск, 2008. – С. 20-24.
3. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных кардиологических систем / Р.М. Баевский // Вестник аритмологии. – 2001. – Т. 83, №24. – С.22-26.
4. Баевский Р.М. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов. – Москва, 2000. – 295 с.
5. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – Москва, 1997. – 237 с.
6. Мажикова Э. Д. Оценка состояния здоровья жителей юга Иссык-Кульской области / Э.Д. Мажикова: Автореф. дис. ... канд. мед.наук. – Бишкек, 2004. – 24 с.
7. Макимбетова Ч.Э. Характеристики сердечного ритма и спектральный анализ у школьников в условиях гор / Ч.Э. Макимбетова // Актуальные вопросы кардиологии: Тез. докл. – Тюмень, 2010. – С. 170-171.
8. Хайруллина Г. И. Насосная функция сердца спортсменов-дзюдоистов / Г.И. Хайруллина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 2003. – 22 с.
9. Черкес Л.И. Факторы, определяющие функциональное состояние регуляторных систем организма у спортсменов на 10-12 сутки пребывания в условиях среднегорья / Л. И. Черкес, В. Н. Ильин, Д.В. Сышко и др. // Учёные записки ТНУ им. В.И. Вернадского. – 2012. – Т. 25, №1. – С. 244-252.

СТОХАСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ СИСТЕМ С ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКОЙ НА ПРИМЕРЕ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ РФ

Григоренко В.В., Еськов В.М.

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»

г. Сургут, проспект Ленина 1

grigv_84@mail.ru

STOCHASTIC APPROACH TO ANALYSIS OF SYSTEMS WITH CHAOTIC DYNAMICS ON THE EXAMPLE OF PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN THE NORTH OF THE RUSSIAN FEDERATION

Grigorenko V.V., Eskov V.M.

Surgut state university, Surgut, Lenin Avenue 1

Резюме. В работе рассматривается применение корреляционного анализа для сопоставления случайного процесса с группой, обладающей сходными особенностями параметров сердечно-сосудистой системы. Так как в биомедицинских системах состояние процесса принимает новое значение в каждый момент времени, отличное от предыдущего, необходимо использовать новые методы в анализе таких систем. А из-за отсутствия нормального закона распределения необходимо использовать непараметрические методы статистического анализа.

Ключевые слова: хаотическая динамика, сердечно-сосудистая система, условные состояния.

Summary. This paper discusses the application of correlation analysis to compare random process with a group with similar characteristics of parameters of the cardiovascular system. As in biomedical systems as of the process takes on new importance in every point of time different from the previous one, it is necessary to use new techniques in the analysis of such systems. And due to the lack of normal distribution it is necessary to use nonparametric methods of statistical analysis.

Keywords: chaotic dynamics, cordial сосудистая system, conditional sostyaniye.

Введение. Актуальной задачей последние 50 лет является активное исследование биомедицинских динамических систем. Поскольку в таких системах состояние принимает новое значение в каждый момент времени, отличное от предыдущего. Невозможно определить положение вектора состояния системы в следующий момент времени. Таким образом, вектор состояний системы совершает непрерывное хаотическое движение в фазовом пространстве состояний. Трудность заключается так же в том, что для однотипных временных рядов функция распределения случайной величины всегда различна. Поэтому возникает проблема поиска математической модели, которая адекватно описывала бы процессы, происходящие в биомедицинских системах [4-7]. Одним из основных показателей здоровья организма человека является состояние его сердечно-сосудистой системы (ССС). В качестве основного параметра в данной работе использовались значения межимпульсных интервалов сердечных сокращений. Межимпульсные интервалы сердечно-сосудистой системы показывают ритм работы сердца. Нормальным является состояние, при котором интервалы между ударами сердца варьируются, но без значительных отклонений, т.е. примерно равны между собой, а равенство или существенное отклонение от среднего значения межимпульсных интервалов свидетельствует о наличии патологии: аритмии, брадикардии (замедление) и тахикардии (учащение) [1-3].

Целью данной работы является исследование поведения параметров сердечно-сосудистой системы испытуемых в трех условных состояниях: нормогенезе, брадикардии, тахикардии.

Объект и методы исследования. Методами электрокардиографии и вариационной пульсографии было обследовано 60 человек: в первой группе 20 человек в состоянии условного нормогенеза, во второй группе 20 человек с тахикардией, и в третьей группе 20 человек с брадикардией. Эксперимент проводился для каждого испытуемого в группе 15 раз. Участвующие в исследованиях были рождены и по сегодняшний день проживают на территории Севера РФ. После чего для каждого испытуемого в группе данные усреднялись.

Информация о состоянии параметров variability сердечного ритма была получена с использованием пульсоксиметра ЭЛОКС-01 М, с помощью которого регистрируется пульсовая волна с одного из пальцев испытуемого в положении сидя, в течение 5 минутного интервала изменения. В качестве основного параметра использовались значения межпульсовых интервалов сердечных сокращений.

Данные, которые снимаются с пульсоксиметра передаются в специальную компьютерную программу и преобразуются в данные электронной таблицы Excel в виде ряда межпульсовых расстояний в миллисекундах.

Для анализа выбросов точек межпульсовых расстояний за пределы среднеквадратического отклонения был проведен расчет, методами математической статистики. Был разработан алгоритм расчета статистических показателей вариационного ряда межпульсовых расстояний:

- для каждого обследуемого вводятся исходные данные о межпульсовых расстояниях сердечного ритма NN, полученные на протяжении 5 минут;
- строится вариационный и статистический ряд данных для каждого испытуемого;
- рассчитывается объем V , сумма Σ и среднее арифметическое число элементов выборки: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, где n – количество элементов выборки, x_i – элемент выборки;
- находится минимум и максимум элементов выборки;
- рассчитывается размах выборки: $R = \max - \min$, где \min – минимум элемента выборки, \max – максимум элемента выборки;
- по формуле Старджесса находится количество интервалов группировки i : $j = \frac{R}{1+3,3 \cdot \lg n}$, где R – размах выборки;
- длина интервала группировки элементов выборки определяется следующим образом: $a = \frac{R}{j}$
- середины интервалов группировки элементов выборки находят по формуле: $b_i = \frac{x_{i+1} - x_i}{2}$,
- рассчитываются частоты – количество n_i элементов выборки, попавших в i -й интервал. Наряду с частотами одновременно рассчитываются накопленные частоты: $\sum_{j=1}^i n_j$; относительные частоты: $\frac{n_i}{n}$; накопленные относительные частоты: $\sum_{j=1}^i \frac{n_j}{n}$;
- рассчитывается дисперсия: $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$;
- рассчитывается среднеквадратическое отклонение:
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}};$$
- рассчитываются величины $2\sigma, 3\sigma, 5\sigma, 8\sigma, 10\sigma$;

- рассчитывается количество выбросов точек межимпульсного интервала за 2σ , 3σ , 5σ , 8σ , 10σ :

$$\begin{aligned}x_1 &= x - \sigma, \Delta_1 = x_1 - x_i, \Delta_1 > 0; \\x_2 &= x + \sigma, \Delta_2 = x_2 - x_i, \Delta_2 < 0; \\x_3 &= x - 2\sigma, \Delta_3 = x_3 - x_i, \Delta_3 > 0;\end{aligned}$$

и так далее. После получение результатов статистической обработки были рассчитаны площади и объемы квазиаттракторов по данным ССС для каждого испытуемого[5].

Обсуждение и выводы. Результаты расчетов статистической обработки групп испытуемых представлены в таблице 1.

Таблица 1 показывает результаты расчета по трем группам: нормогенез, брадикардия, тахикардия. Общее количество точек межимпульсного интервала говорит о наличии у группы возможной патологии. Так для группы с брадикардией характерно меньшее количество точек (272 точек), в отличие от группы с тахикардией (514 точек). Для первой группы в состоянии нормогенеза среднее значение межимпульсного расстояния равняется 815 мм/сек. Для группы с условной брадикардией характерно увеличение среднего значения в 2 раза (1775 мм/сек)., при этом значение дисперсии уменьшилось в 2 раза.

Таблица 1.

Результаты статистической обработки групп испытуемых

№ группы	Ср. возраст по группе	Количество NN	Ср. значение	Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение, σ	Количество выбросов за 3σ	Пределы выбросов за 5σ	Площадь, S	Объем, V	Возможный диагноз
1	37	386	815	3209	56	5	0	161200	$2,4 \cdot 10^9$	норма
2	55	272	1775	1724	38	1	0	50100	$1,1 \cdot 10^8$	брадикардия
3	29	514	609	5489	67	3	3	1118500	$9,9 \cdot 10^9$	тахикардия

Далее случайным образом были обследованы еще 3 человека. Для них также как и для групп были рассчитаны среднее значение, дисперсия, и.т.д. Результаты статистической обработки для трех испытуемых с различным состоянием сердечно-сосудистой системы представлены в таблице 2.

Из таблицы 2, видно, что для каждого испытуемого с выраженными индивидуальными особенностями ССС (нормогенез, тахикардия, брадикардия) заметно совпадение его собственных значений со значениями группы испытуемых со сходным состоянием сердечно-сосудистой системы. Так количество точек межимпульсного интервала для случайного человека совпадает с количеством точек группы в состоянии нормогенеза и.т.д.

Таблица 2

Результаты стохастической обработки 3х испытуемых с различным состоянием сердечно-сосудистой системы.

№ испытуемой	Возраст	Количество NN	Ср. значение	Дисперсия	Среднеквадратическое отклонение, σ	Количество выбросов за 3σ	Площадь, S	Объем, V	Возможный диагноз
1	31	351,5	888,95	3511,63	58,68	3,13	115020	$2,1 \cdot 10^9$	норма
2	60	289,6	1080,1	9380,36	96,682	0,2	309986	$4,1 \cdot 10^8$	брадикардия
3	39	564	552,57	3319,31	100,89	2	595700	$7,2 \cdot 10^9$	тахикардия

Далее проводился корреляционный анализ для доказательства принадлежности одного испытуемого к группе. Так как функция распределения случайной величины не подчиняется нормальному закону распределения, для выявления наличия корреляции использовался непараметрический критерий Кендалла. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3

Корреляционная связь одного испытуемого с группой.

	Группа в нормогенезе	Группа с тахикардией	Группа с брадикардией
Испытуемый в нормогенезе	0,8974	0,0631	0,1785
Испытуемый с тахикардией	0,1103	0,6755	0,0056
Испытуемый с брадикардией	0,0762	0,1589	0,9964

Как видно из таблицы 3 самые высокие значения коэффициента корреляции соответствуют индивидуальным испытуемым и сходным им группам со сходным состоянием сердечно-сосудистой системы.

Вывод. Результаты исследования возможно применять при анализе параметров сердечно-сосудистой системы для экспресс-анализа в условиях ограниченного медицинского обследования.

Список литературы:

1. Аушева Ф.И., Добрынина И.Ю., Мишина Е.А., Полухин В.В., Хадарцева К.А. Системный анализ суточной динамики показателей сердечно-сосудистой системы у больных при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15. №4. С.208-210.
2. Григоренко В.В. Гавриленко Т.В., Еськов В.М. Методы математической статистики в задачах анализа патологических состояний населения. Сборник трудов Международной конференции «Математика и информационные технологии в нефтегазовом комплексе», 2014г, с.116-118.

3. Григоренко В.В., Лысенкова С.А., Гавриленко Т.В. Математическое моделирование ситуации возникновения критических состояний в организме человека // Вестник кибернетики. –2015. –№ 2(18). –С 106-111.

4. Еськов В.М. Методы измерения интервалов устойчивости биологических динамических систем и их сравнение с классическим математическим подходам в теории устойчивости динамических систем // Метрология. 2005. №2. С. 24-36.

5. Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. №3. С.106-110.

6. Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трех парадигм // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. №4. С.192-194.

7. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатов М.А. и др. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине // Самара, 2014. Том XI Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаос-самоорганизации в биофизике сложных систем. - Самара: Офорт, 2014. - 192с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МЕТОДОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ГИРЕВОМ СПОРТЕ

Добровольский А.С., Галущенко О.В.

Ростовский государственный медицинский университет,
Ростов-на-Дону

Региональная спортивная общественная организация Федерация гиревого спорта
Ростовской области, Ростов-на-Дону
a.dobrovolski@mail.ru

EXPERIENCE OF APPLICATION OF NONLINEAR METHODS OF VARIABILITY OF THE WARM RHYTHM IN KETTLEBELL SPORT

Dobrovolsky Ampere-second., Galushchenko O. V.

Rostov state medical university, Rostov-on-Don
Regional sports public organization Federation of Kettlebell Sport
of the Rostov region, Rostov-on-Don

Резюме. Обобщен практический опыт анализа внутренней организации динамического ряда кардиоинтервалов с помощью методов нелинейной динамики (НД) (скаттерограмма, SD1, SD2, ApEn, SampEN, DFA α 1, DFA α 2, D2) в гиревом спорте (ГС). Использовался монитор сердечного ритма (СР) Polar RS800CX N 9 (Polar Electro, Finland). Обработка данных осуществлялась программным обеспечением (ПО) Kubios HRV 2.1 (Kuopio, Finland). Получены данные о нелинейных параметрах (НП) ВСР у спортсменов-гиревиков разной квалификации в покое и при физической нагрузке (ФН), необходимые для оптимизации и корректировки тренировочного процесса (ТП).

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, нелинейный анализ, гиревой спорт, монитор сердечного ритма «Polar», программа «Kubios HRV», физическая нагрузка.

Summary. The experience of the analysis of the internal organization of R-R intervals using non-linear methods HRV (Poincaré Plot, Scatterogram, SD1, SD2, ApEn, SampEN, DFA α 1, DFA α 2, D2) in kettlebell lifters. We used a heart rate monitor Polar RS800CX N 9 (Polar Electro, Finland) and further analysis of the results obtained by means software Kubios HRV 2.1 (Kuopio, Finland). The data on the non-linear parameters of HRV in kettlebell lifters different qualifications at rest and during exercise, required to optimize and adjust the training process.

Keywords: heart rate variability, non-linear analysis, kettlebell, polar heart rate monitor, software «Kubios HRV», physical exercise.

Введение Сердечно-сосудистая система (ССС) наиболее мобильна в процессах срочной и долговременной адаптации к ФН разной интенсивности и длительности [2;3]. Анализ ВСР как общепризнанный, неинвазивный и доступный метод является перспективным для контроля ТП [4]. В спорте однотипные адаптационные реакции могут протекать в зависимости от функциональных резервов индивидуума, что предполагает проведение мониторинговых, динамических исследований ВСР [2;8] с учетом особенностей «спортивного сердца». Динамический анализ ВСР особенно актуален для ГС [5;7], который относится к циклическим видам, развивает выносливость и характеризуется большой мощностью работы в аэробно-анаэробном режиме.

Многообразные влияния на ВСР обуславливают нелинейный характер изменений СР, для описания которых требуются специальные методы. Ряд исследователей доказывают прогностическую ценность нелинейного анализа (non-linear analysis) ВСР, его значимость для спортивной медицины (СМ) [1;7]. Оценивать показатели ВСР в поле-

вых условиях, без помощи спортивного врача часто затруднительно. Наличие у тренера спортсмена доступных методик, приборов, ПО для самостоятельного экспресс-контроля ССС и оценки адекватности ФН может помочь оптимизировать ТП.

Цель исследования: регистрация внутренней организации динамического ряда кардиоинтервалов с помощью методов НД в режиме наблюдения за изменениями функционального состояния организма в покое, при выполнении Гарвардского степ-теста и гиревой тренировки (ГТ) спортсменами разного уровня тренированности с последующим экспресс-анализом результатов, в том числе визуальным.

Методы. В исследовании принимали участие 11 спортсменов-гиревиков разной квалификации в возрасте от 18 до 28 лет. Регистрация данных ВСР осуществлялась: 1) покой – 5 мин; 2) Гарвардский степ-тест – 10 мин; ГТ – 10 мин. Сердечные сокращения регистрировались каждую секунду беспроводным монитором Polar RS800CX N. Данные передавались на компьютер через инфракрасный порт, записывались в виде файла *.txt при помощи стандартного ПО Polar ProTrainer 5. Анализ нелинейных параметров (НП) ВСР проводился с помощью ПО Kubios HRV 2.1 [9]. Обработка данных и оценка результатов осуществлялась в соответствии с международными стандартами и рекомендациями [8;10].

При оценке ВСР нами использовались: 1) скаттерограмма, как графическое представление влияния ВНС; 2) показатели сечения Пуанкаре (SD1, SD2), характеризующие краткосрочную и долгосрочную ВСР; 3) энтропия пробная (SampEn) и приближительная (ApEn), отражающие влияние внешней информации на систему; 4) показатели детрентного флуктуационного анализа DFA ($\alpha 1$ – краткосрочные; $\alpha 2$ – долгосрочные флуктуации); 5) корреляционная размерность (D2), отражающая сложность динамики системы.

В настоящем исследовании обобщен первый практический опыт комплексного экспресс-анализа НП ВСР в ГС. Считаем целесообразным акцентировать внимание на индивидуальных показателях реакции организма спортсменов-гиревиков в ответ на ФН разного уровня по сравнению с исходными данными в покое.

Результаты исследования. Наиболее характерные скаттерограммы, графически представляющие динамический ряд кардиоинтервалов в виде «облака» разной формы, оценивались нами визуально (Рис. 1): в покое – «овальное облако» (Рис. 1а, 1б-покой), что отражает влияние ПНС. Зажатость облака свидетельствует о преобладании влияния СНС (Рис. 1в-покой). По нашим наблюдениям, при выполнении ФН скаттерограмма, информирует о состоянии организма во время тренировок: «круглое облако» - адекватная ФН, выбросы отсутствуют (Рис. 1б-степ, 1б-гиревая, 1в-степ); «вытянутое облако» в форме «кометы» - организм адаптируется к ФН, но она интенсивна и может привести к срыву адаптации (Рис. 1а-степ, 1а-гири, 1в-гири), т.е. выявляется «степень напряжения аппарата кровообращения и адаптационные изменения, возникающие в ССС в процессе ФН, регистрируемые в самом начале этих изменений» [4].

Экспресс-оценка ВСР, кроме визуального анализа скаттерограмм, включала сопоставление индивидуальных НП (Таб. 1) сечения Пуанкаре (SD1, SD2). Ширина облака (SD1) характеризует кратковременную изменчивость, вызываемую в основном дыхательной аритмией, является мерой активности ПНС. У спортсмена (Таб. 1Б.) показатель уменьшился почти в два раза с увеличением ФН: $SD1_{гири} < SD1_{степ} < SD1_{покой}$. У спортсмена (Таб. 1М.), показатель в степ-тесте уменьшился, в дальнейшем при ГТ значительно увеличился: $SD1_{степ} < SD1_{покой}$; $SD1_{покой} < SD1_{гири}$.

У спортсмена (Таб. 1Т.) показатель в степ-тесте увеличился, а с увеличением нагрузки уменьшился: $SD1_{покой} < SD1_{степ}$; $SD1_{гири} \leq SD1_{покой}$. При анализе стандартного отклонения точек вдоль линии симметрии, которое описывает длительные колебания СР (SD2), мы выяснили, что у спортсменов в степ-тесте (Таб. 1М., 1Т.) этот показатель

по сравнению с «покоем», уменьшился: $SD2_{\text{покой}} > SD2_{\text{степ}}$, а в ГТ - увеличился: $SD2_{\text{покой}} < SD2_{\text{гир}}$

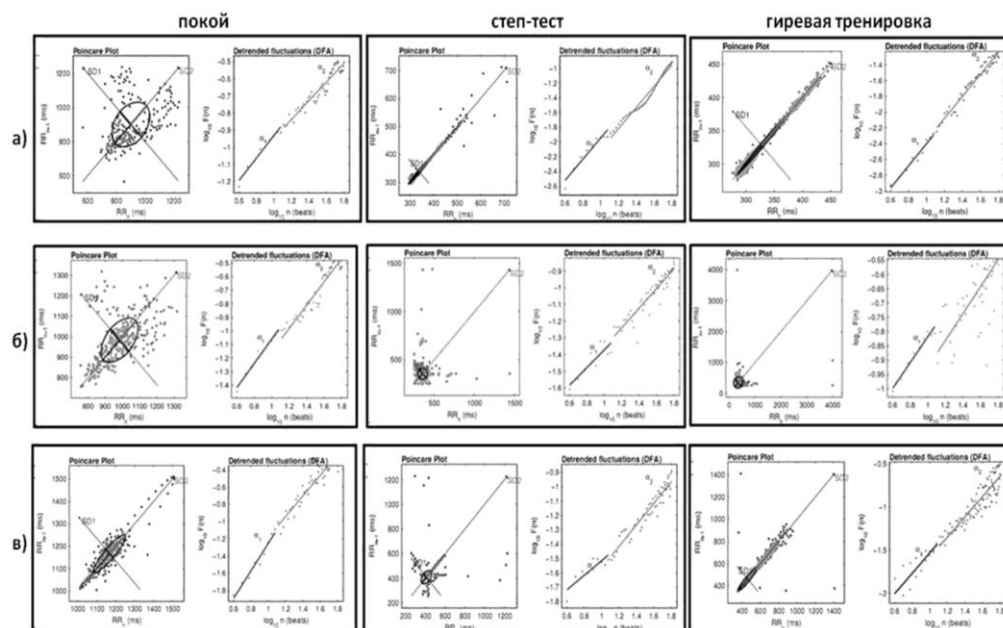


Рис. 1. Образцы индивидуальных скаттерграмм, фазовых траекторий DFA α 1 и DFA α 2 в покое, выполнении степ-теста и гиревой тренировки спортсменов-гиревиков а) спортсмен Б. – без разряда; б) спортсмен М. – I разряд; в) спортсмен Т. – МС.

У спортсмена (Таб. 1Б.) – уменьшился при увеличении ФН: $SD2_{\text{покой}} > SD2_{\text{степ}}$; $SD2_{\text{покой}} > SD2_{\text{гир}}$. Влияние внешней информации на систему оценивается через изменение энтропии состояния системы [4]. Энтропия изменяется от 0 (полностью предсказуемый процесс) до 2 (стохастический, случайный процесс). Значения между 0 и 2 отражают наличие детерминистического хаоса разной степени выраженности. Нами оценивалась $ApEn$, определяющая степень регулярности отдельных участков записи СР независимо от частотного диапазона, а также $SampEn$, которая подобна $ApEn$, но подвержена меньшим искажениям, в особенности для коротких наборов данных [8]. Напротив, меньшие значения энтропии при нагрузке разной интенсивности отражают недостаточную тренированность и/или усиление дыхания: $0 < ApEn_{\text{степ/гир}} < 1$.

Показатели DFA α 1 и DFA α 2 принимают значения от 0 до 1,5: белый шум $\alpha=0,5$; преобладание розового шума - α возрастает до 1; броуновский процесс – до 1,5 [8]. Нами замечено, что в покое (Табл. 1Б., 1М.) в значениях DFA α 1 и DFA α 2 наблюдается преобладание розового шума (ближе к 1,0), что является физиологически оптимальным показателем.

У спортсмена (Таб. 1Т.) в покое значения DFA α 1 и DFA α 2 ближе к броуновскому процессу: до 1,5 (преобладание симпатической модуляции).

Значения DFA α 1 и DFA α 2 у спортсмена (Таб. 1Б.) при выполнении ФН превышают показатель 1,0 (розовый шум), что сигнализирует об уменьшении парасимпатической и увеличении симпатической модуляции. При выполнении степ-теста и ГТ у спортсмена (Таб. 1М.) показатели DFA α 1 и DFA α 2 находятся в пределах розового шума (до 1,0), т.е. ФН адекватна, влияние ПНС стабильно. У спортсмена (Таб. 1Т.) при выполнении степ-теста показатели DFA α 1 и DFA α 2 находятся в пределах розового шума (до 1,0) – нагрузка адекватна, но при увеличении ФН значения DFA α 1 и DFA α 2

приближаются к 1,5 (броуновский процесс), т.е. симпатические влияния начинают преобладать.

Таблица 1

Образцы индивидуальных нелинейных показателей экспресс-оценки ВСР в покое, Гарвардском степ-тесте и гиревой нагрузке (тренировке) у спортсменов-гиревиков разной квалификации

НП ВСР	Нагрузочные пробы	Б. (б/р)	М. (I p.)	Т. (МС)
SD1, ms	покой	107,2	76,6	26,4
	степ-тест	5,0	59,9	40,6
	гиревая	2,8	177,9	24,5
SD2, ms	покой	155,8	135,1	118,1
	степ-тест	62,8	58,7	65,1
	гиревая	61,0	192,2	143,4
ApEn	покой	1,064	1,073	0,983
	степ-тест	0,094	0,415	0,175
	гиревая	0,127	0,603	0,205
SampEn	покой	1,781	1,553	1,185
	степ-тест	0,072	0,209	0,102
	гиревая	0,105	0,257	0,074
DFA α 1	покой	0,658	0,896	1,591
	степ-тест	1,446	0,529	0,508
	гиревая	1,404	0,453	1,188
DFA α 2	покой	0,547	0,858	1,193
	степ-тест	1,441	0,587	0,752
	гиревая	1,394	0,471	1,176
D2	покой	0,099	3,205	3,280
	степ-тест	0,465	1,369	0,747
	гиревая	0,535	1,300	0,624

Мы выявили следующие особенности динамики D2 у спортсменов-гиревиков: у спортсмена (Таб. 1Б.) - показатели при ФН больше, чем в покое: $D2_{\text{покой}} < D2_{\text{степ}} < D2_{\text{гири}}$; у спортсменов (Таб. 1М., 1Т.) показатель меньше, чем в покое: $D2_{\text{покой}} > D2_{\text{степ}} > D2_{\text{гири}}$. Полученные данные согласуются с выводами Б. К. Кочубейникова (2007): 1) при значительном сдвиге вегетативного баланса в сторону активности симпатического отдела, D2 достоверно меньше, чем при сохранении баланса; 2) более «хаотичные» системы (с большей D2) легче управляются в силу своей пластичности. Нами замечено, что при воздействии ФН упрощается динамика СР, он становится более регулярным, коррекция осуществляется через уменьшение сложности динамики, если управление затруднено, система переходит в колебательный режим в поисках наиболее оптимального состояния [6].

Обсуждение и выводы. Показатели ВСР индивидуальны и зависят от адаптационных возможностей спортсмена при ФН, поэтому судить об ухудшении/улучшении состояния необходимо относительно их собственных показателей.

Динамичность локализации на плоскости, форма и размер скаттерограммы дает визуальное представление о напряженности активационных систем при ФН: «круглое облако» определяет адекватную ФН, выбросы отсутствуют. «Вытянутое облако - комета» - визуальный показатель усталости. Контроль перетренированности можно осу-

шествовать также, используя показатель SD1: при ФН - уменьшение значений от индивидуального в покое, а его увеличение - процесс восстановления.

Индивидуальные энтропийные характеристики (ApEn, SampEn) спортсменов-гиревиков отражают адаптационные возможности и тренированность. Меньшие значения энтропии при ФН разной интенсивности – это недостаточная тренированность и/или усиление дыхания.

Информативным признаком для раннего выявления перетренированности является динамический показатель DFA: уменьшение показателя от 1,0 возможно характеризовать как усталость CCC и увеличение симпатической модуляции.

Изменения сложности динамики СР, оцениваемые также по корреляционной размерности (D2), которая отражает индивидуальные особенности и связана с влияниями центрального, регулирующего контура и уменьшается при значительном сдвиге вегетативного баланса в сторону активности симпатического отдела.

По нашему мнению, необходимы дальнейшие исследования внутренней организации динамического ряда кардиоинтервалов с помощью методов нелинейной динамики, применение которых в тренировочном процессе позволит оценить адаптационные возможности организма, оптимизировать индивидуальную ФН спортсмена для достижения более высоких спортивных результатов.

Список литературы:

1. Бань А. С., Загородный Г. М. Вегетативный показатель для оценки ВСР спортсменов // Мед. журнал. 2010. №4. С.21-25.
2. Гаврилова Е. А. Спорт, стресс, вариабельность. М.: Спорт, 2015.
3. Григорьев А.И., Баевский Р.М. Концепция здоровья и проблема нормы в космической медицине. М., 2001.
4. Дембо А. Г., Земцовский Э. В. Спортивная кардиология. Л.: Медицина, 1989.
5. Добровольский А. С., Галущенко О. В. Исследование ЧСС спортсменов-гиревиков во время тренировки по методу повторного упражнения с убывающими интервалами отдыха // Мед. вестник Юга России. 2013. № 2. С.49-54.
6. Койчубеков Б. К., Кулмагамбетов И. Р. Некоторые результаты применения нелинейных методов к анализу сердечного ритма // Здоровье и образование в XXI веке. 2007. №9. С. 358.
7. Орешников Е. В., Тихонов В. Ф., Агафонкина Т. В. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов-гиревиков // Физиология человека. 2009. Т. 35, №4. С.139–141.
8. Advances in HRV signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society / Sassi R., Cerutti S., Lombardi F. [et al.] // Europace. 2015. Vol.17. P. 1341-1353.
9. Kubios HRV-Heart Rate Variability Analysis Software / Tarvainen M. P., Niskanen J. P., Lipponen J. A. [et al.] // Comput. Methods Programs Biomed. 2014. Vol. 11. P. 210–220.
10. Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology, HRV- standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // Circulation. 1996. Vol.93. P.1043–1065.

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СПОРТСМЕНОВ В СВЯЗИ С ЭНДОГЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАЛЬЦИЯ

Евстафьева Е.В.¹, Тымченко С.Л.¹, Богданова А. М.¹,
Евстафьева И.А.², Решетняк О.А.²

¹ Медицинская академия им. С.И. Георгиевского (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь;

² Таврическая академия (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
bogdanovaphys@mail.ru

FEATURES OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM OF ATHLETES DUE TO THE ENDOGENOUS CONTENT OF CALCIUM

Evstafyeva of E.V.¹, Tymchenko of S.L.¹, Bogdanova A. M.¹,
Evstafyeva of I.A.², Reshetnyak O.A.²

¹ Medical academy of S. I. Georgiyevsky (structural division)
of "KFU of V. I. Vernadsky", Simferopol;

² Taurian academies (structural division) of "KFU of V. I. Vernadsky", Simferopol

Резюме. Оценка состояния автономной нервной системы методом анализа вариабельности сердечного ритма у 66 спортсменов легкоатлетов (n=23), пловцов (n=17) и студентов факультета физической культуры (n=26) выявила умеренное преобладание автономной регуляции у большинства спортсменов в покое. В группе подростков-легкоатлетов по сравнению с группой пловцов и студентов наблюдали достоверно более низкие значения dX, SDNN, RMSSD, pNN50%, TP, LF, HF, а также более высокие значения показателей AMo, IH и LF/HF. Используя метод рентген-флуоресцентной спектрофотометрии, выявили превышение уровня кальция в волосах спортсменов во всех группах. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют об усилении симпатических эффектов и ослаблении парасимпатических влияний на сердечный ритм при более высоком содержании кальция.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, спортсмены, кальций.

Summary. Heart rate variability was measured in 66 athletes (track and field, n=23; swimmers, n=17 and physical training faculty students, n=26). Results show moderate prevalence of parasympathetic activity in most of them at rest. Such HRV parameters as dX, SDNN, RMSSD, pNN50%, TP, LF, HF were significantly lower, while AMo, IH and LF/HF were higher in track and field athletes. Revealed correlations suggest increased sympathetic and reduced parasympathetic influences on heart rate in athletes with higher calcium levels.

Key words: heart rate variability, athletes, calcium.

Введение. Изучение нейрогуморальных механизмов регуляции сердечного ритма разных категорий населения, в том числе спортсменов, остается в настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в медицине и спортивной физиологии. Регистрация и анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) позволяют исследовать фундаментальные соотношения в функционировании не только сердечно-сосудистой системы, но и всего организма в целом, так как показатели ВСР отражают функционирование автономной нервной системы человека, что в свою очередь позволяет количественно оценить процессы адаптации и управлять тренировочным процессом [4].

На сегодняшний день опубликованы данные многочисленных исследований ВСР спортсменов различных направлений, зарегистрированные как в покое, так и при про-

ведении функциональных проб, что наряду с существующими рекомендациями кардиологического общества [5] позволяет дозировать нагрузку и осуществлять мониторинг состояния спортсменов во время тренировок. Более того, разработаны критерии оценки функционального, в том числе вегетативного, статуса организма, примером чего является методика определения преобладающего типа регуляции сердечного ритма (РСР) с учётом функционального состояния и уровня развития регуляторных систем, предложенная Н.И. Шлык (1991), которая позволяет количественно оценить и прогнозировать адаптивные возможности организма и управлять здоровьем [4]. Учитывая высокую интенсивность метаболических процессов и усиленные физические нагрузки, у спортсменов чаще встречаются отклонения содержания элементов от нормы. Поэтому особый интерес представляет изучение показателей ВСР спортсменов в связи с эндогенным содержанием элементов, в частности кальция, физиологическая роль которого в организме особенно важна.

В соответствии с вышеизложенным целью настоящей работы стала оценка особенностей ВСР спортсменов с учетом типа РСР в связи с содержанием кальция в волосах.

Методы. Обследовали 3 группы спортсменов (г. Симферополь, $n=66$). К первой группе были отнесены 23 подростка-легкоатлета (11 юношей, 12 девушек; средний возраст $13\pm0,92$ года), учащихся в МБОУ ДО «СДЮСШОР №2. Вторую группу составили 17 пловцов от 10 до 15 лет (средний возраст $12,5\pm1,5$ лет), из них 12 юношей и 5 девушек. В третью группу вошли 26 студентов мужского пола факультета физической культуры и спорта Таврической академии г. Симферополь (средний возраст $20,0\pm1,0$ лет).

При анализе ВСР использовали стационарные участки сердечного ритма ЭКГ, зарегистрированные в течение 5 минут в состоянии физиологического покоя с использованием программно-аппаратного комплекса «CARDIO UC-01». При физиологической интерпретации показателей ВСР учитывали как литературные данные, так и разработанные рекомендации [1-2,5]. Анализировали временные показатели ВСР (dX, RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50%, индекс напряжения - ИН) и спектральные показатели (TP, HF, LF, VLF, LF/HF).

Содержание кальция в волосах определяли методом рентген-флуоресцентной спектрофотометрии в научно-техническом центре ВИРИА.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft, 2001). Поскольку характер распределения большинства показателей согласно критериям Колмогорова–Смирнова и Лиллифорс не соответствовал закону нормального распределения, достоверность различий между группами оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Взаимосвязи между параметрами ВСР и содержанием кальция оценивали с помощью непараметрического корреляционного анализа по Спирмену. Достоверными считали отличия при $p<0,05$.

Результаты исследования. Согласно критериям экспресс-оценки функционального состояния регуляторных систем, разработанной Н.И. Шлык [4], при регистрации в покое у большинства исследуемых спортсменов (71%) был выявлен III тип регуляции сердечного ритма, что свидетельствует об умеренном преобладании автономной РСР. Данный тип регуляции можно рассматривать как оптимальное состояние регуляторных систем организма, а у начинающих спортсменов – как оптимальный уровень тренированности. Этот тип РСР был характерен для 70% девушек и 55% юношей. В тоже время IV тип РСР был зарегистрирован у 14 % спортсменов (одной девушки и 8 юношей). В 12% случаев наблюдали I тип РСР (3 девушки и 4 юноши). Два человека имели выраженное преобладание симпатической регуляции сердечного ритма, что соответствует состоянию утомления, перетренированности у этих спортсменов.

Детальный анализ внутригрупповых особенностей показал наличие трех типов РСР среди легкоатлетов. Так, 18 % юношей были отнесены к группе с I типом вегета-

тивной регуляции, а 82 % - к группе с III типом. Девушек с I типом РСР было 17 %, с III типом – 75 %, также у одной девушки выявили выраженное преобладание симпатической РСР. Среди пловцов все юноши относились к группе с умеренным преобладанием автономной регуляции РСР (III тип) за исключением одного, отнесенного к I типу. Девушек с III типом вегетативной регуляции было трое, также две девушки были отнесены к II и IV типами регуляции соответственно. В третьей группе студентов также преобладал III тип РСР (60%), у 32% юношей установили выраженное преобладание парасимпатической регуляции (IV тип). Также у двоих юношей выявили I и II типы РСР соответственно.

Показатели ВСР спортсменов

Таблица

Показатели ВСР	III тип РСР (n=48)			IV тип РСР (n=9)		
	медиана	25 перцентиль	75 перцентиль	медиана	25 перцентиль	75 перцентиль
dX, мс	350,0*	300,0*	444,0*	511,0	701,0	500,0
Mo, мс	924,0	874,0	1024,0	1121,0	1441,0	961,0
AMo, %	30,0*	25,0*	35,0*	19,0	22,0	15,0
ИИ	47,5*	28,5*	61,0*	18,0	22,0	12,0
Me, мс	875,0*	850,0*	1025,0*	1075,0	1075,0	1075,0
RRNN, мс	842,5*	810,5*	955,0*	950,0	950,0	950,0
SDNN, мс	62,5*	53,5*	88,5*	101,0	156,0	90,0
RMSSD, мс	61,0*	47,0*	86,5*	108,0	214,0	83,0
pNN50, %	40,0*	26,0*	52,0*	62,0	81,0	59,0
TP, мс ²	3382,5*	3065,0*	4361,5*	8210,0	22207,0	7000,0
VLF, мс ²	1216,5	1005,5	1710,5	2481,0	4781,0	1633,0
LF, мс ²	1213,5	1026,0	1558,5	2223,0	6988,0	1485,0
LFn, %	55,5	48,5	62,0	39,0	45,0	36,0
HF, мс ²	1038,5*	718,0*	1659,5*	2711,0	18527,0	2516,0
HF _n , %	44,5*	38,0*	51,5*	61,0	87,0	60,0
LF/HF	1,3*	0,9*	1,6*	0,6	0,8	0,6

* - достоверные различия параметров ($p < 0,001$) по сравнению группой с IV типом РСР, тест Вилкоксона.

Сравнительный анализ показателей ВСР в данных группах показал следующие различия независимо от возраста. Так, у легкоатлетов значения dX, SDNN, RMSSD и pNN50% были ниже, чем у пловцов на 14% ($p=0,004$), 23% ($p=0,0069$), 27,7% ($p=0,0039$) и 48% ($p=0,0033$) соответственно, так же как и всех спектральных показателей (TP ниже на 13,5%, LF – 20%, HF – 42%). В тоже время выявлены более высокие значения AMo, ИИ и LF/HF на 37% ($p=0,0027$), 72,5% ($p=0,0107$) и 29,7% ($p=0,048$) соответственно. Такие результаты свидетельствуют о более выраженных парасимпатических влияниях на сердечный ритм у пловцов, а также, предположительно, о более высоком уровне тренированности в данной исследуемой группе.

Дальнейший анализ межгрупповых различий показал, что усиление парасимпатических влияний на сердечный ритм в группе студентов-спортсменов было выражено в большей степени, чем у легкоатлетов. Так, среди временных характеристик ВСР наблюдали достоверно более низкие значения SDNN, RMSSD, pNN50% в первой группе по сравнению с третьей. Анализ спектральных показателей также выявил меньшие значения TP, LF, HF в первой группе на фоне повышения AMo, ИИ и LF/HF по сравнению с третьей группой. Учитывая, что большинство спортсменов относились к III и IV

типам РСР, нами также был проведен статистический анализ показателей ВСР внутри этих групп, результаты которого представлены ниже.

Межгрупповой анализ выявил следующие различия. У спортсменов с IV типом вегетативной регуляции СР значения следующих показателей достоверно превышали таковые в группе с III типом: dX было на 46% выше ($p=0,00005$), SDNN – на 61,6% ($p=0,000197$), RMSSD – 77% ($p=0,00529$), pNN50% - 55% ($p=0,000248$), TP – в 1,4 раза ($p=0,000003$), VLF – 104% ($p=0,0112$), LF- 83,3% ($p=0,012$), HF – в 1,6 раз ($p=0,00$).

При этом медиана соотношения LF/HF в группе с выраженным преобладанием активности парасимпатического отдела составила 0,64, а у спортсменов с умеренным преобладанием парасимпатической активности - 1,257 ($p=0,000004$). Значения же АМо и ИН в группе с IV типом РСР были ниже на 36,7% ($p=0,000006$) и 62% – ($p=0,000001$) соответственно.

Также был проведен сравнительный анализ показателей ВСР по гендерному признаку среди групп, который показал отсутствие половых различий.

Анализ содержания кальция в волосах спортсменов показал его превышение во всех группах за исключением 4-х человек. При этом у юношей уровень кальция был на 44% ниже чем у девушек ($p=0,009$). У 62 спортсменов установили превышение уровня содержания кальция в волосах, у некоторых в 5 раз. При этом значение Ме уровня Са в группе с умеренным преобладанием парасимпатических влияний составило 1232,6 мкг/г, (971,16 - 1937,25 мкг/г). А в группе с выраженным преобладанием парасимпатической активации значения Ме составили 975,89 мкг/г (825,05 - 1514,31 мкг/г). Медиана содержания кальция в волосах спортсменов с умеренным преобладанием симпатической регуляции была равна 1577,58 мкг/г (1057,18 - 2396,28 мкг/г).

Корреляционный анализ выявил для этого элемента достоверное ($p<0,05$) ослабление парасимпатических эффектов (отрицательные корреляции с SDNN, RMSSD, pNN50%, HF), снижение общей мощности спектра и повышение активности симпатических влияний (положительные корреляции с АМо и ИН) при более высоком содержании кальция. Также установили, что кальций оказывал выраженное влияние как на автономный, так и на центральный контур РСР.

Обсуждение и выводы. Известно, что высокое содержание какого-либо эссенциального элемента в волосах может свидетельствовать не только о его избытке в организме, но и интенсивном выведении вследствие высокой скорости метаболических процессов [3], что характерно для спортсменов и согласуется с полученными нами данными.

Данные результаты в совокупности с выявленными эффектами свидетельствуют о повышении симпатической активности и ослаблении парасимпатических влияний на сердечный ритм при более высоком содержании кальция в волосах.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма: история и философия, теория и практика. Клиническая информатика и телемедицина, 2004. Т. 1 (1). С. 54-64.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1979. 220 с.
3. Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Громова О.А. Макро- и микроэлементы в физической культуре и спорте. М., 2000. 71 с.
4. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. 259 с.
5. Heart rate variability, standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology. Eur. Heart J., 1996. Vol. 17. P. 354-381.

НОВАЯ ИНТЕРПРИТАЦИЯ ГОМЕОСТАЗА С ПОЗИЦИЙ ХАОТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А.
БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»
БУ ВО «Сургутский государственный университет»
firing.squad@mail.ru

NEW INTERPRITATION OF HOMEOSTASIS ACCORDING TO CHAOTIC APPROACHES

Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatov M.A.
Surgut State University

Резюме. Более 150 лет идет дискуссия о терминологии и моделях для описания этого особого состояния любого сложного организма. Констатируется, что стохастика и детерминированный хаос не могут предложить адекватные модели гомеостаза из-за невозможности произвольного повторения начальных параметров всех компонент $x_{i(0)}$ вектора состояния организма (параметров гомеостаза). Предлагается понятия неопределенности 1-го и 2-го типов для описания сложных биосистем и три метода идентификации стационарных режимов гомеостаза. Вводится понятие эволюции гомеостаза и модели кинематических характеристик такой эволюции. Имеются примеры из кардиологии, геронтологии и восстановительной медицины, которые иллюстрируют возможности нового подхода в медицине и экологии человека.

Ключевые слова: гомеостаз, хаотический подход, матрица парных сравнений.

Summary. For more than 150 years we have a debate going on about terminology and models to describe of homeostasis of any organism. States that the stochastic and determined chaos cannot offer adequate model of homeostasis because of the inability of any repetition of the initial parameters of all components $x_{i(0)}$ of the state vector of organism (parameters of homeostasis). The concept of uncertainty of the 1st and 2nd types to describe complex biological systems and three methods of identification of stationary regimes homeostasis are proposed. The concept of evolution and homeostasis model of kinematic characteristics of this evolution is proposed. The examples in cardiology, gerontology and regenerative medicine illustrate the capabilities of the new approach in medicine and human ecology.

Keywords: homeostasis, chaotic approach, matrix of didymous comparisons.

Введение. Предпосылки понимания гомеостаза как особого состояния внутренней среды живого организма, которое отличное от внешней среды, впервые начал вводить Клод Бернар (1813-1878). Основные положения своей теории он изложил в известной работе «Введение в экспериментальную медицину» (Bernard C. Introduction a la medicine Experimentale. Paris, 1952. original, 1864). В этой работе Бернар отмечал «Постоянство или стойкость внутренней среды, гармонический набор процессов, являются условием свободной жизни организма». Именно в этой работе человечество впервые вплотную подошло к понятиям «регуляция», «живые системы с особыми свойствами», которые в дальнейшем для специалистов в области общей теории систем (ОТС) и биофизиков, работающих в области неравновесных систем, послужили основой для развития многих новых направлений ОТС, кибернетики и синергетики.

Развитие этих наук приводит к третьей парадигме, которая в первую очередь обязана новому пониманию гомеостаза и стационарных режимов биосистем в целом [1,2]. После работ К. Бернара в первой половине 20-го века, Уолтер Бредфорд Кеннон (1871-1945), анализируя особенности висцеральных функций живого организма (на примере пищеварения) и ряда нейрогуморальных процессов вводит понятие саморегуляции фи-

физиологических процессов. В своей известной работе «Мудрость тела» (Cannon W. «The Wisdom of the Body». New York, 1963 (original, 1932)) он впервые вводит понятие «гомеостаза». Расширяя это понятие до общих кибернетических рубежей У.Р. Эшби (1903-1972) начал говорить о гомеостазе (как свойстве исходно человекомерных систем) для любых сложных систем, находящихся в динамическом равновесии (ДР). Однако само понятие равновесия (эквивалентность) для сложных биосистем остается без четкого определения [1-5], на что обращал внимание П.К.Анохин и Н.А.Берштейн. Сейчас идеи наших предшественников воплотились в эффекте Еськова-Зинченко и новую теорию гомеостаза, которая базируется на анализе принципа неопределенности Гейзенберга [1-5].

Трактовка гомеостаза с позиций хаоса-самоорганизации. Расширяя понятие гомеостаза, мы приходим к синергетическим системам, которые обладают особыми свойствами и которые весь 20-й век в рамках ОТС (начиная от Л. фон Берталанфи) пытались изучать и описывать. В рамках такой хронологии, мы обязательно должны говорить и о теории функциональных систем организма (ФСО) человека, созданной П.К. Анохиным и разрабатываемой его научной школой. Однако, эта область знаний о протекании теории хаоса-самоорганизации – особая область, требующая отдельного большого разговора, т.к. сама синергетика неизбежно должна подойти к созданию третьей парадигмы и отойти в своём описании биосистем от детерминизма и стохастики и перейти к третьей парадигме, к теории хаоса-самоорганизации [2-7].

В ходе развития самого понятия гомеостаза всегда вне пределов обсуждения оставалась проблема особых свойств объектов, подобных организму человека, которые обладают особыми свойствами гомеостатических объектов. Главной особенностью подобных биосистем (организм отдельного человека или экосистема в Космосе) является постоянное мерцание (хаотическое движение вектора состояния биосистемы в фазовом пространстве состояний) и постоянная эволюция. Последнее проявляется в постоянном (возможно телеологическом) движении области фазового пространства, внутри которого движется вектор состояния системы (ВСС) в определенном направлении. Если говорить о человеке, то траектория его ВСС в фазовом пространстве состояний представляет движение по синусоиде: в молодости наблюдается восхождение параметров этой области (квазиаттрактора – КА), а к старости – наблюдаем спад КА в фазовом пространстве состояний. Подобная эволюция (нарастание и спад) была описана в теории смены парадигм (Т. Куном) и в теории эволюции любой сложной системы, характеризуемой понятиями: возникновение, расцвет, спад, смерть (разрушение). При этом мы говорим об эволюции (до расцвета максимума (параметров) и инволюции (спаде биосистемы)) [10-13].

Для таких сложных, хаотических и самоорганизующихся систем их гомеостаз в рамках третьей парадигмы характеризуется основными свойствами: кластеризация и компартментализация внутренних структур, мерцание ВСС в фазовом пространстве в пределах некоторого квазиаттрактора, эволюция этих КА в ФПС и, наконец, возможность хаотически изменять параметры КА в виде их объемов в совершенно разных пределах, выходящих за три сигмы, 10 сигм и более. Все это относится к пяти особым свойствам сложных (синергетических) систем, к которым в первую очередь относится организм человека в целом, их ФСО (которые мы рассматриваем как кластеры). Таким образом, современная трактовка гомеостаза в рамках третьей (синергетической) парадигмы, дает нам новое понимание этого термина (особого состояния complexity), которое в рамках ДСП раньше описывалось условиями для ВСС в виде $dx/dt = 0$ при $x_i = const$ или неизменными функциями распределения $f(x)$.

Модели эволюции complexity в ФПС. Любые кинематические уравнения для материальной точки или физического тела, как совокупности материальных точек, должны включать в себя задания начальных параметров движения, т.е. должно быть

определенное значение $x(t_0)$ – координаты материальной точки в фазовом пространстве состояний в начальный момент времени $t=t_0$, и необходимо знать траекторию движения материальной точки в ФПС. Все это для СТТ невозможно в принципе из-за $dx/dt \neq 0$ и не сохранения вида статистических функций распределения $f_i(x)$ для каждой x_i – координаты ВСС (все $f_i(x)$ непрерывно изменяются для биосистемы, находящейся в гомеостазе).

В этой связи нами представлена компартментно-кластерная модель (рис. 1 и система уравнений (1)), которая (пока единственная в науке) может описывать хаотический калейдоскоп статических функций $f(x)$.

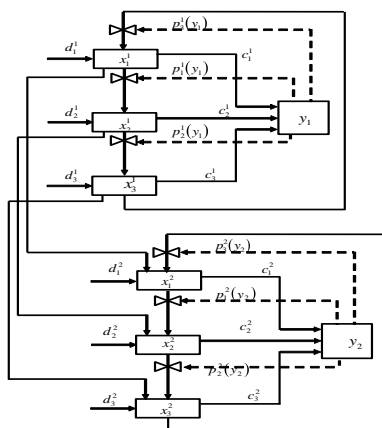


Рис.1. Модель двухкластерной трехкомпарментной системы
Система уравнений, описывающая данную модель, имеет виде (1):

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= A_{11}(y_1)x_1 - bx_1 + u_1d_1, \\ \dot{x}_2 &= A_{21}x_1 + A_{22}(y_2)x_2 - bx_2 + u_2d_2, \\ y_1 &= c_{11}^T x_1 \\ y_2 &= c_{21}^T x_1 + c_{22}^T x_2\end{aligned}\quad (1)$$

Таблица 1

Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 15-ти измерений одного испытуемого ГДВ при повторных экспериментах (парное сравнение по Вилкоксоу при $p \leq 0.05$, число совпадений $k=17$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.00	1.00
2	.00		.00	.00	.00	.05	.00	.00	.00	.00	.19	.33	.00	.00	.00
3	.00	.00		.48	.00	.91	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.48		.00	.86	.02	.00	.00	.00	.02	.03	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.40	.84	.45	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.05	.91	.86	.00		.04	.00	.00	.00	.13	.08	.00	.00	.00
7	.00	.00	.01	.02	.00	.05		.02	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.40	.00	.02		.56	.63	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	.84	.00	.01	.56		.99	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.45	.00	.00	.63	.99		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.19	.00	.02	.00	.13	.00	.00	.00	.00		.55	.00	.00	.00
12	.00	.33	.00	.03	.00	.08	.00	.00	.00	.00	.55		.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	1.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	1.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

Для 15-ти выборок кардиоинтервалов (КИ) в табл. 1 представлена матрица парных сравнений КИ, а в табл. 2 дан модельный аналог такого поведения выборок КИ.

Для регуляции кардиоритма характерно преобладание хаотической динамики (стохастика менее 20%) и эта регуляция не зависит от индивидуума.

Таблица 2

Матрица параметров Вилкоксона парного сравнения выборок при хаотическом изменении коэффициента диссипации b_2 (парное сравнение по Вилкоксоу при $p \leq 0.05$, число совпадений $k=18$)

	.939	.942	.93	.935	.947	.94	.936	.945	.948	.947	.931	.929	.936	.931	.947
.939		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.87	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.942	.00		.00	.00	.00	.01	.06	.00	.00	.38	.00	.00	.06	.00	.00
.93	.00	.00		.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.935	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.947	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.94	.00	.01	.01	.00	.00		.14	.00	.48	.08	.00	.90	.14	.00	.00
.936	.00	.06	.00	.00	.00	.14		.00	.74	.32	.00	.08	.09	.00	.00
.945	.87	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.948	.00	.00	.00	.00	.00	.48	.74	.00		.06	.00	.13	.74	.00	.00
.947	.00	.38	.00	.00	.00	.08	.32	.00	.06		.00	.01	.32	.00	.00
.931	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00
.929	.00	.00	.00	.00	.00	.90	.08	.00	.13	.01	.00		.08	.00	.00
.936	.00	.06	.00	.00	.00	.14	.09	.00	.74	.32	.00	.08		.00	.00
.931	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00
.947	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

Заключение. В рамках компартментно-кластерного подхода становится возможным моделирование хаоса в динамике поведения любых параметров ССС. Представлена двух кластерная модель такого хаотичного процесса в регуляции гомеостаза.

Список литературы:

1. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4(20). С. 66-73.
2. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.
3. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.
4. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.
5. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3-24.
6. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Козырев К.М., Гонтарев С.Н. Медико-биологическая теория и практика // Тула, 2011.

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПАУЭРЛИФТЕРОВ ПРИ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЕ

¹Калабин О.В., ²Спицин А.П.

¹ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, г. Киров

²ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России, г. Киров

kalabinoleg@gmail.com, kf23@kirovgma.ru

FEATURES OF VARIABILITY OF THE WARM RHYTHM OF POWERLIFTERS AT ORTHOSTATIC TEST

¹Kalabin O. V., ²Spitsin A.P.

¹Vyatka GSHA, Kirov

²Kirov GMA of the Russian Ministry of Health, Kirov

Резюме. Изложены результаты изучения variability ритма сердца профессиональных спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, до и после силовых тренировок околomаксимальной (лактатной) анаэробной мощности. Для оценки напряжения регуляторных механизмов использовали ортостатическую пробу до и после тренировки. Обнаружены особенности изменений структуры сердечного ритма в ответ на тренировочную нагрузку в зависимости от преобладающего исходного типа вегетативной регуляции.

Ключевые слова: variability ритма сердца, пауэрлифтинг, тип вегетативной регуляции.

Summary. Results of studying of variability of a rhythm of heart of the professional athletes who are going in for powerlifting before and after power trainings of okolomaksimalny (laktatny) anaerobic power are stated. For assessment of tension of regulatory mechanisms used orthostatic test before and after a training. Features of changes of structure of a warm rhythm in response to a training load depending on the prevailing initial type of vegetative regulation are found.

Keywords: variability of a rhythm of heart, powerlifting, type of vegetative regulation.

Введение. Интенсивные физические упражнения требуют от организма спортсмена быстрых изменений частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД), необходимых для поддержки метаболических потребностей двигательного аппарата. Сердечно-сосудистой системе при этом отводится особая роль, поскольку именно она обеспечивает кислородные потребности работающих мышц и всего организма. Несмотря на многочисленные исследования, взаимодействие между функционированием сердечно-сосудистой системы, вегетативными механизмами регуляции и физической нагрузкой требует дальнейшего изучения. Одним из простых высокоинформативных и доступных методов исследования сердечно-сосудистой системы является ортостатическая проба [1].

Материал и методы исследования. В исследовании приняли участие 38 мужчин в возрасте 18-25 лет, занимающихся пауэрлифтингом. Регистрацию электрокардиограммы во время испытаний осуществляли с использованием вегетотестера «ВНС-Микро», а обработку ритмограммы проводили на основе пакета программ "Поли-Спектр" фирмы "Нейрософт" (г. Иваново). Исследование включало несколько этапов: 1) регистрация ЭКГ (ритмограммы) в исходном состоянии; 2) после выполнения ортопробы; 3) выполнение силовой тренировки околomаксимальной анаэробной мощности; 4) регистрация ЭКГ (ритмограммы) после тренировки; 5) выполнение ортопробы с последующей регистрацией ритмограммы. В дальнейшем рассчитывали временные характеристики сердечного ритма: частота сердечных сокращений

(ЧСС, уд/мин); среднеквадратичное отклонение последовательных R-R интервалов (SDNN, мс); стандартное отклонение разности последовательных R-R интервалов (rMSSD, мс); частота последовательных R-R интервалов с разностью более 50 мс (pNN50, %); амплитуда моды (АМо, %); индекс напряжения (ИН, усл. ед.); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, баллы). Условные обозначения показателей variability сердечного ритма (BCR) представлены в соответствии с международными стандартами оценки BCR и используемыми ориентировочными нормативами. На основе проведения спектрального анализа BCR рассчитывали и анализировали частотные параметры: общую мощность спектра (TP), мощности в высокочастотном (HF, 0,16-0,4 Гц), низкочастотном (LF, 0,05-0,15 Гц) и очень низкочастотном (VLF, <0,05 Гц) диапазонах. Кроме того, вычисляли коэффициент LF/HF, отражающий баланс симпатических и парасимпатических регуляторных влияний на сердце. Для оценки преобладающего типа вегетативной регуляции за основу брали количественные критерии показателей BCR: ИН и VLF [2].

Для статистической обработки полученных данных и представления результатов использовали пакет «SPSS Statistics v.20». При нормальном распределении анализируемых признаков вычисляли среднее значение (M) и стандартную ошибку среднего (m). При оценке характеристик спектрального анализа BCR, имеющих распределение, отличное от нормального, использовали методы непараметрической статистики. Достоверность различий оценивали по критериям Манна-Уитни и Вилкоксона.

Таблица 1.

Показатели variability сердечного ритма у пауэрлифтеров-нормоваготоников (n=22) в ответ на тренировочную нагрузку ($M \pm m$)

Проба	Фон		p	Ортопроба		p
	До	После		До	После	
RRNN, мс	871,1 \pm 18,3	688,2 \pm 32,4	0,00	679,8 \pm 13,03	559,9 \pm 20,28	0,00
SDNN, мс	55,40 \pm 4,28	28,10 \pm 4,59	0,00	46,90 \pm 3,11	27,10 \pm 3,6	0,00
rMSSD, мс	43,80 \pm 4,33	17,50 \pm 3,95	0,00	21,90 \pm 2,85	11,60 \pm 2,76	0,01
pNN50, %	22,95 \pm 4,34	3,23 \pm 1,51	0,00	3,19 \pm 0,87	0,43 \pm 0,18	0,00
TP, мс ²	3607,6 \pm 605,5	1265,3 \pm 356,5	0,00	3209,9 \pm 402,7	1359,9 \pm 323,1	0,00
VLF, мс ²	1421,5 \pm 237,6	449,03 \pm 108,1	0,00	1099,3 \pm 134,9	525,6 \pm 128,9	0,01
LF, мс ²	1086,7 \pm 202,5	511,02 \pm 140,2	0,02	1660,1 \pm 217,9	667,6 \pm 177,4	0,00
HF, мс ²	1099,6 \pm 292,2	305,02 \pm 121,0	0,01	450,6 \pm 120,4	166,6 \pm 67,96	0,01
LF norm	52,85 \pm 4,82	73,34 \pm 4,63	0,00	80,64 \pm 3,16	83,18 \pm 3,80	0,42
HF norm	47,15 \pm 4,82	26,65 \pm 4,63	0,00	19,35 \pm 3,16	16,82 \pm 3,80	0,42
LF/HF	1,38 \pm 0,30	4,99 \pm 1,67	0,00	5,81 \pm 1,26	8,67 \pm 2,55	0,42
% VLF	41,09 \pm 4,65	44,76 \pm 6,90	0,88	36,15 \pm 3,66	38,98 \pm 3,55	0,59
% LF	31,26 \pm 3,48	38,65 \pm 4,82	0,27	51,12 \pm 3,01	50,26 \pm 3,04	0,88
% HF	27,63 \pm 3,63	16,60 \pm 3,49	0,07	12,74 \pm 2,60	10,79 \pm 2,91	0,49
АМо, %	36,18 \pm 2,53	65,72 \pm 6,88	0,00	45,03 \pm 1,62	62,58 \pm 5,74	0,00
ИБР, у.е.	110,4 \pm 13,99	662,8 \pm 199,5	0,00	169,3 \pm 23,82	476,7 \pm 117,7	0,01
ПАПР, у.е.	41,73 \pm 2,72	100,4 \pm 13,07	0,00	66,72 \pm 2,16	113,6 \pm 11,76	0,00
ВПР, у.е.	3,41 \pm 0,29	13,35 \pm 3,29	0,00	5,40 \pm 0,53	12,80 \pm 2,52	0,00
ИН, у.е.	63,08 \pm 7,42	528,7 \pm 171,9	0,00	124,0 \pm 15,26	440,9 \pm 123,7	0,00

Результаты исследования и обсуждение. В ответ на тренировочную нагрузку у пауэрлифтеров с нормоваготоническим типом регуляции наблюдается смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатической активности, на что указывает уменьшение rMSSD, увеличение АМо и ИН, а также смещение баланса LF/HF (табл. 1). Характерно достоверное снижение мощности во всех частотных диапазонах (VLF, LF, HF).

У пауэрлифтеров с данным типом вегетативной регуляции в ответ на ортостатическую пробу до тренировки наблюдается увеличение симпатической (увеличение АМо, ИН) и уменьшение парасимпатической активности (уменьшение rMSSD, HF). Это указывает на высокую реактивность регуляторных механизмов и функциональные возможности организма пауэрлифтеров.

После тренировки показатели ВСР существенно отличались от исходного состояния (табл. 1). Временные показатели (rMSSD, АМо, ИН), а также спектральные показатели сердечного ритма (VLF, LF, HF) указывали на сохраняющееся напряжение регуляторных механизмов. Это может указывать на достаточную выраженную тренировочную нагрузку.

Таблица 2.

Показатели вариабельности сердечного ритма у пауэрлифтеров-нормосимпатотоников (n = 16) в ответ на тренировочную нагрузку (M±m)

Проба	Фон		p	Ортопроба		p
	До	После		До	После	
RRNN, мс	817,5±37,42	672,4±29,86	0,00	673,4±39,20	569,8±30,42	0,04
SDNN, мс	35,63±2,22	23,38±3,18	0,01	42,38±5,86	27,00±3,99	0,11
rMSSD, мс	24,86±2,22	12,63±2,98	0,01	17,38±2,87	12,13±3,50	0,15
pNN50, %	5,18±1,71	1,07±0,79	0,02	2,31±0,99	2,39±2,06	0,25
TP, мс ²	1555,1±157,4	852,4±208,3	0,01	2840,3±640,7	1363,9±323,6	0,11
VLF, мс ²	516,4±70,10	317,3±55,93	0,02	1499,6±373,6	394,8±90,20	0,01
LF, мс ²	671,5±101,8	381,0±134,8	0,02	1042,5±266,5	833,8±213,2	0,46
HF, мс ²	367,3±58,12	154,1±65,50	0,01	297,9±81,21	135,4±47,99	0,09
LF norm	64,33±3,68	75,23±4,48	0,07	78,79±2,89	88,03±1,82	0,00
HF norm	35,68±3,68	24,78±4,48	0,07	21,21±2,89	11,97±1,83	0,00
LF/HF	2,05±0,35	6,20±3,08	0,07	4,19±0,54	13,02±6,19	0,00
% VLF	33,85±4,33	45,54±6,40	0,07	51,00±3,45	31,51±3,66	0,00
%LF	42,29±3,26	40,75±4,99	0,83	38,89±3,46	60,09±2,89	0,00
%HF	23,88±2,92	13,71±3,08	0,03	10,10±1,17	8,43±1,50	0,46
АМо, %	48,09±3,06	61,86±5,57	0,04	46,69±5,05	60,30±6,87	0,17
ИБР, y.e.	243,0±29,66	568,9±124,9	0,02	236,8±54,79	588,6±183,0	0,09
ПАПР, y.e.	61,35±7,30	93,63±9,49	0,01	73,04±10,37	111,2±15,80	0,04
ВПР, y.e.	6,31±0,68	13,26±2,08	0,01	7,35±1,31	15,77±3,65	0,04
ИН, y.e.	158,0±30,02	438,0±99,48	0,02	190,2±49,65	559,4±189,2	0,11

У спортсменов-нормосимпатотоников тренировочная нагрузка также сопровождалась увеличением симпатической активности (увеличением АМо, ИН) и снижением парасимпатической (уменьшение HF). При этом долевые вклады VLF и LF достоверно не изменяются (табл. 2). Причем долевой вклад VLF и LF еще до тренировки был больше чем HF, что указывает на напряжение регуляторных механизмов.

У пауэрлифтеров с нормосимпатикотоническим типом вегетативной регуляции в ответ на ортостатическую пробу до тренировки временные показатели (SDNN, rMSSD, АМо, ИН) достоверно не изменяются, что указывает на низкую реактивность автономной нервной системы (табл. 2). В тоже время отмечается увеличение VLF домена, что указывает на подключение центрального контура для регуляции СР.

Сравнение показателей ВСР ортостатического воздействия до и после тренировки показало следующее (табл. 2). Характерно выраженное уменьшение мощности VLF, увеличение LF norm, смещение симпатато-вагального баланса (LF/HF) в сторону активации симпатического отдела ВНС. Высокое напряжение регуляторных механизмов до тренировки, низкая реактивность автономной нервной системы, высокая централизация

в управлении сердечным ритмом указывают на низкие функциональные возможности организма пауэрлифтеров с данным типом вегетативной регуляции.

Таким образом, напряженность и выраженность реакции регуляторных систем у пауэрлифтеров определяется исходным вегетативным тонусом. Проведение ортостатической пробы до и после тренировки позволяет оценить адаптационные возможности организма у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом.

Список литературы:

1. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения / В.М. Михайлов. // Иваново: ИвГМА, 2002. - 290 с.
2. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. Монография. // Ижевск: УдГУ, 2009. - 259 с.

ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК, ПОСТОЯННО ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ РАДИАЦИИ

Калоша А.И., Рудин М.В., Шкуричева Е.В. *,
Литвин Ф.Б. **, Васильева Г.В. ***

*Брянский государственный университет им. акад. И.Г.Петровского, Брянск

**Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма,

***Смоленск Новозыбковская ДЮСШ, Новозыбков

kaloschaai@yandex.ru

TYPOLOGICAL FEATURES OF VEGETATIVE REGULATION OF THE HEART RHYTHM AT THE BOYS AND GIRLS WHO ARE CONSTANTLY LIVING IN TERRITORIES WITH THE INCREASED RADIATION LEVEL

Galosha A.I., Rudin M. V., Shkuricheva E. V. *,
Litvin F.B. **, Vasilyeva G. V. ***

*Bryansk state university of the academician I.G.Petrovsky, Bryansk

**Smolensk state academy of physical culture, sport and tourism,

***Smolensk Novozybkovsky sports school, Novozybkov

Резюме. Анализируется состояние механизмов управления сердечным ритмом в возрастной динамике у мальчиков и девочек, проживающих в районах с повышенным уровнем радиации. Показано усиление центральной регуляции сердечного ритма у 9-летних мальчиков и девочек по сравнению с детьми 8 лет.

Ключевые слова: сердечный ритм, онтогенез, радиация, пол, лонгитудинальные исследования.

Summary. Examines the state of the mechanisms of heart rate control in the age dynamics in boys and girls living in areas with elevated radiation levels. Shows the increase of Central regulation of heart rate in 9-year-old boys and girls compared to children 8 years of age.

Keywords: heart rate, ontogeny, radiation, gender, longitudinal study.

Введение. В процессе онтогенетического развития происходит изменение тонуса ВНС. У детей и подростков преобладает активность симпатического звена ВНС. С возрастом парасимпатические влияния постепенно усиливаются. Факторы внешней среды, в числе которых выделяется повышенный уровень радиации, вносят существенные изменения в работу ВНС. В частности, у жителей юго-западных районов Брянской области с плотностью радионуклидного загрязнения по Cs^{137} 504,30 кБк/м² [4] наблюдается гиперфункция щитовидной железы [3]. Известно, что детский организм наиболее чув-

ствительный с воздействием радиации [2]. Определенное значение имеет формирование психоэмоционального состояния в форме радиофобии. Анализ литературы показал, что имеются единичные публикации, посвященные вопросу изучения регуляции сердечного ритма с учетом типологических особенностей у детей из радиоэкологически неблагоприятных мест проживания [5]. Недостаточная изученность данной проблемы, отсутствие чётких представлений о типах вегетативной регуляции сердечного ритма в возрастном аспекте позволяет заключить, что проблема является актуальной и имеет большой практический интерес.

Методы. Для решения поставленных задач использовался метод лонгитудинальных исследований. Наблюдалась группа мальчиков и девочек 8-ми и 9-летнего возраста. Из 104 обследованных – 56 девочек и 48 мальчиков, которые были объединены в две группы: I группа – 26 девочек и 22 мальчика из радиоэкологически благополучных регионов (РЭБР); II группа – 30 девочек и 26 мальчиков из радиоэкологически неблагоприятных регионов (РЭНР). Все дети дважды проходили обследование (в 8 лет и 9 лет) с использованием метода вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому[1]. Использовали аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.51».

Результаты и их обсуждение. Проведено лонгитудинальное исследование мальчиков и девочек 8 и 9-летнего возраста, постоянно проживающих в разных радиоэкологических условиях. Результаты исследования показали усиление с возрастом различий в регуляции сердечного ритма. У мальчиков 8-летнего возраста из разных регионов практически отсутствуют различия между изученными показателями. Так, у мальчиков из РЭНР показатели уровня активности парасимпатического контура регуляции: Мх-Мп (262 ± 20 мс), HF% ($50 \pm 5\%$), RMSSD (55 ± 6 мс), pNN50% ($30 \pm 6\%$) оказались достоверно выше по сравнению с мальчиками одногодками из РЭБР: Мх-Мп (227 ± 16 мс), HF% ($44 \pm 5\%$), RMSSD (43 ± 4 мс), pNN50% ($19 \pm 3\%$). Одновременно отмечается пониженная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы с ИН (157 ± 40 усл. ед.), тогда как в группе 8-летних мальчиков из РЭНР показатель ИН достоверно выше (192 ± 39 усл. ед.). У девочек 8-летнего возраста из разных мест проживания различия еще менее выраженные по сравнению с мальчиками, на что указывают величины соответствующих показателей. В частности, у школьниц из РЭНР выше показатели HF% - $50 \pm 4\%$ (в РЭБР – $46 \pm 4\%$), RMSSD - 54 ± 7 мс (РЭБР – 49 ± 6 мс), pNN50% - $30 \pm 6\%$ (РЭБР – $26 \pm 5\%$) и ниже показатель Мх-Мп 241 ± 20 мс (РЭБР - 250 ± 18 мс). Вместе с тем, у данного возраста из РЭНР формируется тенденция усиления активности симпатического отдела ВНС. В результате интегральный показатель напряженности регуляторных систем (ИН) в РЭНР достигает 388 ± 74 усл. ед., тогда как в РЭБР не превышает 178 ± 35 усл. ед. С переходом в возрастную группу 9-летних школьников происходит усиление активности симпатического отдела ВНС при одновременном подавлении парасимпатического контура регуляции. Так, у мальчиков 9 лет из РЭНР показатель Амо50% ($52 \pm 5\%$) достоверно выше по сравнению с одногодками из РЭБР ($35 \pm 4\%$) ($p < 0,05$). Соответственно показатели активности парасимпатического отдела ВНС имеют сравнительно низкие значения по сравнению с одногодками из РЭБР, а именно: HF% - $41 \pm 2\%$ (в РЭБР – $55 \pm 4\%$), RMSSD - 42 ± 4 мс (РЭБР – 66 ± 6 мс), pNN50% - $20 \pm 3\%$ (РЭБР – $39 \pm 5\%$), Мх-Мп - 252 ± 19 мс (РЭБР - 339 ± 23 мс). Можно утверждать, что у мальчиков из РЭНР регуляторные процессы находятся под влиянием центральной регуляции. Об этом свидетельствует статистически надежный рост показателя ИН (254 ± 70 усл. ед.), что в 2,5 раза чем у мальчиков из РЭБР (102 ± 30 усл. ед.) ($p < 0,05$). Близкие по направленности и динамике изменения характерны и для девочек 9-летнего возраста. В РЭНР у девочек, как и у мальчиков достоверно выше значение Амо50% ($48 \pm 5\%$) по сравнению с девочками 9 лет из РЭБР ($38 \pm 4\%$) ($p < 0,05$). При этом характеристики автономного контура регуляции ниже по сравнению с показателями у

девочек из РЭБР. В частности HF% равняется $45 \pm 2\%$ (в РЭБР – $56 \pm 3\%$), RMSSD – 48 ± 5 мс (РЭБР – 64 ± 6 мс), pNN50% – $23 \pm 4\%$ (РЭБР – $35 \pm 5\%$), Mx-Mn 264 ± 21 мс (РЭБР – 313 ± 22 мс) ($p < 0,05$).

Таким образом, созревание отделов ВНС и адаптация механизмов регуляции идет разными путями в зависимости от территории проживания. В РЭБР с возрастом снижается степень напряженности механизмов управления сердечным ритмом. В итоге снижается один из важнейших гомеостатических показателей сердечно-сосудистой системы – частота сердечных сокращений. Напротив, у мальчиков и девочек из РЭНР с возрастом отмечается рост напряженности регуляторных систем, сопровождающийся ростом ЧСС в покое.

В ходе анализа вклада разных уровней регуляции обнаружены наибольшие изменения в автономном и симпатическом контурах регуляции при несущественных изменениях активности высших корково-подкорковых центров и гуморального канала регуляции. Так, у мальчиков из РЭНР активность симпатического контура, оцениваемая по показателю Aмо50% выросла в 1,3 раза, автономного контура понизилась в 1,2 раза по показателю HF%, на 45% по показателю Mn-Mx, на 29% по показателю RMSSD и в 1,5 раза по показателю pNN50%. Интегральный показатель степени напряженности центрального контура регуляции (ИН) увеличивается на 36%. В то же время показатели спектральной мощности низкочастотных (VLF) и ультра низкочастотных (ULF) колебаний практически не изменилось и, как следствие, слабый рост показателя индекса централизации (ИЦ) в пределах $1,46 \pm 0,37 - 1,58 \pm 0,15$ усл. ед.

Таким образом, в 8-9-летнем возрасте повышенная активность характерна для центров, расположенных в стволовых структурах мозга, что, вероятно, «охраняет» более молодые корково-подкорковые структуры, не достигшие дефинитивной стадии развития.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения /Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов. – Медицина, 2000. – 295 с.
2. Балева Л.С., Цымлякова Л.М., Сипягина А.Е. и др. Итоги длительного динамического наблюдения за состоянием здоровья детей, подвергшихся радиационному воздействию в результате аварии на ЧАЭС // Радиоэкологические, медицинские и социально-экономические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: Матер. Всероссийской конф. - Москва, 1995. - С.20.
3. Дорощенко В.Н. Состояние здоровья детей, подвергшихся радиационному воздействию в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС: Дис.... д-ра мед. наук.- Смоленск, 2003.-412 с.
4. Корсаков А.В. Комплексная эколого-гигиеническая оценка изменений состава среды как фактора риска здоровья населения: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Брянск: БГУ, 2012.
5. Литвин Ф.Б., Калоша А.И., Васильева Г.В. Адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы мальчиков и девочек предпубертатного возраста из радиоэкологически неблагополучных регионов // Вестник восстановительной медицины 2010. №4 (38). – С. 15-18.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК ЛИЦЕЯ С РАЗНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ ТОНУСОМ

Кононец И.Е., Бебинов Е.М., Калыкеева А.А.
Кыргызская государственная медицинская академия им. И. К. Ахунбаева
Кафедра фундаментальной и клинической физиологии им.
С.Б. Даниярова, г. Бишкек, Кыргызская Республика

THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF YOUNG MEN AND GIRLS OF LYCEUM WITH THE DIFFERENT VEGETATIVE TONUS

Kononets I. E., Bebinov E. M., Kalykeeva A. A.
Kyrgyz state medical academy of I. K. Akhunbayev
Department of fundamental and clinical physiology of S. B. Daniyarov
Bishkek, Kyrgyz Republic
kalykeevaafina@mail.ru

Резюме. Изучено состояние вегетативного тонуса юношей и девушек с использованием методики вариабельности сердечного ритма. Проведён сравнительный анализ психофизиологических показателей нормотоников, ваготоников и симпатикотоников.

Ключевые слова: подростки, концентрация внимания, вариабельность сердечного ритма, нормотония, ваготония, симпатикотония.

Summary. The state of autonomic tone of boys and girls using cardiac rhythm variability techniques. The comparative analysis of psychophysiological indicators of normotonics, vagotonics and sympathicotonic.

Key words: adolescents, attention concentration, cardiac rhythm variability, normotonia, vagotonia, sympathicotonia.

Введение. В последние годы при изучении функционального состояния организма всё больше внимание уделяется оценке психофизиологического статуса. Это связано с тем, что психика современного человека подвергается действию большого числа разнообразных факторов внешней среды [4,6].

Многие из них вызывают негативные изменения психофизиологических показателей человека. Особенно это касается подростков, организм которых ещё окончательно не сформирован. Изменения в психической сфере могут отражаться на состоянии различных органов и систем, в частности, сердечно-сосудистой. В этой связи представляется актуальным изучение психофизиологического статуса, а также показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) у юношей и девушек лицея, что и явилось целью данной работы.

Материалы и методы исследования. Проведено обследование 80 обучающихся в лицее при Кыргызском государственном медицинском академии им. И.К.Ахунбаева, в возрасте 15-16 лет. В работе по половым различиям лицеисты были разделены на 2 группы (40 девушек и 40 юношей).

При статистической обработке оценивались следующие показатели: коэффициент вагосимпатического баланса (LF/HF), частота сердечных сокращений (ЧСС), амплитуда моды (АМо) и индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

При этом полагалось, что коэффициент вагосимпатического баланса указывает на соотношение центральных механизмов вегетативной регуляции ритма сердца [2].

ЧСС или частота пульса в физиологическом смысле - это средний уровень функционирования сердечно - сосудистой системы.

Амплитуда моды - это максимальное значение функции плотности распределения R-R интервалов и в физиологическом смысле - это степень ригидности сердечного ритма на наиболее вероятном уровне функционирования сердечно-сосудистой системы. Она отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен, в основном, степенью активизации симпатического отдела вегетативной нервной системы [1].

Индекс напряжения регуляторных систем (стресс индекс) указывает на степень централизации управления сердечным ритмом [3].

В работе регистрировалась концентрация внимания по корректурной пробе Бурдона. Данная методика используется для оценки темпа психомоторной деятельности, работоспособности и устойчивости к монотонной деятельности, требующей постоянного сосредоточения внимания [5].

Обработка материалов осуществлялась с использованием программы SPSS statistics 21.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенного исследования получены данные вариационной пульсометрии, на основе которых все обследованные лица были разделены на 3 группы. Первая группа состояла из ваготоников, у которых индекс напряжения был меньше 50 условных единиц. Ко второй группе (нормотоники) были отнесены лица, у которых индекс напряжения находился в пределах 51-199 условных единиц. Симпатикотоники, имевшие индекс напряжения свыше 200 условных единиц, составили третью группу.

Процентное соотношение лиц первой, второй и третьей групп было следующим: у юношей 28%, 67%, 5% и у девушек – 5%, 55%, 40%.

Таблица 1

Показатели вариабельности сердечного ритма и психофизиологического статуса юношей с различным вегетативным тонусом ($M \pm m$, $n=40$)

Показатели	Ваготония ИН < 50 n=11	Нормотония ИН = 51-199 n=27	Симпатикотония ИН > 200 n=2
LF/HF	0,31±0,06*	1,09±0,03	2,24±0,17*
ЧСС	56±0,58*	72±2,08	97±2,00*
АМо	23,95±1,13*	37,96±0,82	61,40±2,60*
ИН	34,04±2,51*	91,90±2,93	262,57±2,94*
Концентрация внимания	77,40±2,49	78,40±2,45	63,50±3,50*

Примечание: при сравнении показатели статистически достоверны при: * - $P < 0,05$

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что у юношей с ваготонией значения показателей LF/HF, ЧСС, АМо и ИН были ниже, чем у нормотоников на 72%, 22%, 37%, 63% соответственно. У симпатикотоников эти показатели, наоборот, были выше по сравнению с нормотониками (51%, 26%, 38%, 65%).

В таблице 2 представлены показатели ВСР девушек. Закономерность различий этих показателей между тремя группами была такой же, как и у юношей.

Учитывая физиологический смысл параметров вариабельности сердечного ритма, можно заключить, что увеличение показателей у юношей и девушек с ваготонией наблюдается на фоне усиления вагусных влияний на сердечный ритм. Ваготоники обладают достаточным объемом функциональных запасов (низким LF/HF, ЧСС, АМо и ИН).

Обнаруженные сдвиги у обследуемых с симпатикотонией свидетельствуют о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела веге-

тативной нервной системы, что является доказательством нарастающей централизации управления сердечным ритмом.

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма и психофизиологического статуса девушек с различным вегетативным тонусом ($M \pm m$, $n=40$)

Показатели	Ваготония ИН <50 n=2	Нормотония ИН = 51-199 n=22	Симпатикотония ИН > 200 n=16
LF/HF	0,39±0,16*	1,06±0,05	2,20±0,03*
ЧСС	56±1,73*	75±1,53	92±1,00*
АМо	24,44±2,23*	38,74±1,42	55,39±1,12*
ИН	38,09±0,24*	76,07±2,70	234,74±1,97*
Концентрация внимания	83,57±2,24	83,50±2,50	78,00±2,50*

Примечание: при сравнении показатель статистически достоверен при: * - $P < 0,05$

Исследование психофизиологического статуса по показателю концентрации внимания на корректурной пробе у юношей с симпатикотонией обнаружило, что их значения на 19% ниже по сравнению с нормотониками. Изучение концентрации внимания у девушек с преобладанием тонуса симпатической нервной системы выявило аналогичные изменения.

Выводы. На основании результатов проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Исследование вариабельности сердечного ритма выявило преобладание нормотонии у 67% юношей и 55% девушек.
2. 40% девушек и 5% юношей с преобладанием тонуса симпатической нервной системы имеют низкие показатели концентрации внимания по сравнению со значениями нормотоников и ваготоников.

Список литературы:

1. Агаджанян Н.А., Батоцыренова Т.Е., Семенов Ю.Н. Эколого-физиологические и этнические особенности адаптации человека к различным условиям среды обитания: монография, 2-е, дополненное. – Владимир: «Издательство Владим. гос. ун-та», 2010. - 239 с.
2. Баевский Р.М. [и др.]. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) // Вестник Аритмологии. ВА - N24 от 02.03.2002, - 65с. [Электронный ресурс]/ URL: <http://www.veststar.ru>. (дата обращения: 05.02.2015).
3. Вегетативные расстройства: Клиника, диагностика, лечение. /Гл. ред. А.М. Вейн. - М.: Медицинское информационное агентство», 2003. – 752 с.
4. Ивлева Е.И., Щербатых Ю.В. Клинико-психопатологические аспекты и нарушения вегетативного гомеостаза при социальных фобиях// Социальная и клиническая психиатрия. -2000. -№ 3. - С. 35-38.
5. Кирдяшкина Т.А. Методы исследования внимания. Практикум по психологии: учебное пособие. -Челябинск, 1999. -71с.
6. Schepard J.D., Al□Absi M., Whitsett T.L. Passey R.B., Lovallo W.R. Additive pressor effects of caffeine and stress in male medical students at risk for hypertension// Am.J. Hypertens.2000. - V. 13. -P. 475-481.

**ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ФИЗИЧЕСКАЯ
РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЮНЫХ ХОККЕИСТОВ 15-16 ЛЕТ**

Кузнецова И.А., Мельникова Д.В.

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта г.Омск
kia2510@yandex.ru

**VEGETATIVE ENSURING ACTIVITY OF WARM AND
VASCULAR SYSTEM AND PHYSICAL EFFICIENCY OF YOUNG HOCKEY
PLAYERS OF 15-16 YEARS**

Kuznetsova I. A., Melnikova D. V.

Siberian state university of physical culture and sport Omsk

Резюме. В статье представлены результаты исследования вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы при велоэргометрической физической нагрузке по данным вариационной пульсометрии у юных хоккеистов в возрасте 15-16 лет. Обоснованы критерии оценки различных типов вегетативного обеспечения и их взаимосвязь с уровнем физической работоспособности в различных зонах мощности.

Ключевые слова: вегетативная регуляция, вариационная пульсометрия, сердечно-сосудистая система, работоспособность, юные хоккеисты.

Summary. Results of a research of vegetative ensuring activity of cardiovascular system at veloergometrichesky physical activity according to a variation pulsometriya at young hockey players at the age of 15-16 years are presented in article. Criteria for evaluation of various types of vegetative providing and their interrelation with the level of physical working capacity in various zones of power are proved.

Key words: vegetative regulation, variation pulsometry, cardiovascular system, physical performance, young hockey players.

Введение. Скоростно-силовой характер соревновательной деятельности в хоккее с шайбой предъявляет высокие требования к различным системам организма, особенно к системе кровообращения, которая является лимитирующим фактором развития как общей, так и специальной работоспособности. При отсутствии научно-обоснованного контроля интенсивный тренировочный процесс, характерный для детско-юношеского хоккея, может приводить к различным нарушениям в состоянии здоровья юных спортсменов [3].

Исследование нейрогуморальной регуляции сердечного ритма в настоящее время широко используется при текущем и этапном медико-биологического контроле в различных видах спорта. В настоящее время имеется большое количество работ, посвященных исследованию взаимосвязи исходного вегетативного тонуса в условиях относительного покоя, состояния вегетативной реактивности (по данным активной ортостатической пробы) и физической работоспособности спортсменов различных специализаций [5,6,7]. Недостаточно изученным является вегетативное обеспечение деятельности при выполнении физических нагрузок различной мощности и его связь с уровнем физической работоспособности у юных хоккеистов.

Цель исследования: изучение вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы во взаимосвязи с уровнем физической работоспособности у юных хоккеистов 15-16 лет.

Задачи исследования:

1. Выявить особенности вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы юных хоккеистов при выполнении физической нагрузки.

2. Разработать критерии оценки вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы при выполнении физической нагрузки.

3. Изучить уровень физической работоспособности с учетом типа вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы у юных хоккеистов.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе НИИ ДЭУ СибГУФК. В конце подготовительного периода обследовано 52 юных хоккеиста, занимающиеся в ДЮСШ «Авангард», возраст 15-16 лет, квалификация - 1 разряд.

Для изучения нейрогуморальной регуляции сердечного ритма использовалась вариационная пульсометрия по методике Р.М. Баевского [1]. Исследования проводились с помощью программно - аппаратного комплекса «Поли спектр – 12» в условиях относительного покоя в положении лежа и после выполнения дозированной физической нагрузки на 2-й минуте восстановления. Изучались следующие показатели variability сердечного ритма: мода (Мо), амплитуда моды (АМо), вариационный размах (ВР) и индекс напряжения (ИН).

В качестве тестирующей физической нагрузки использовался трехступенчатый тест на велоэргометре. Первая ступень выполнялась в качестве разминочной (ЧСС 120–130 мин⁻¹) – умеренная зона мощности, вторая (ЧСС 160-170 мин⁻¹) – большая (аэробная) зона мощности, третья ступень (ЧСС 180-190 мин⁻¹). – субмаксимальная (анаэробная) зона мощности. Продолжительность первой и второй ступени – 4 мин, интервал отдыха между ступенями – 2 мин. Продолжительность третьей ступени – 1 мин. На основании полученных данных рассчитывались относительные (на кг массы тела) показатели аэробной (ФР170) и анаэробной физической работоспособности (ФРсубмакс.).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи программного пакета «Statistica 6,0».

Результаты исследования и их обсуждение. Вегетативное обеспечение определяется по степени сдвига параметров, характеризующих функциональное состояние отделов, органов и систем в ответ на возмущающее действие [2]. Результаты исследования показали, что в ответ на физическую нагрузку происходит снижение доли влияния на сердечный ритм гуморального фактора и парасимпатической ВНС, о чем свидетельствует уменьшение значения Мо на 53% и ВР на 23%. Отмечалось значительное повышение активности симпатической нервной системы – АМо увеличивалась на 211%, и центральных механизмов регуляции – ИН увеличивался на 1623%. Согласно литературным данным, изменение вегетативного баланса в виде активации симпатического, а также центрального контура регуляции, рассматривается как неспецифический компонент адаптационной реакции в ответ на различные стрессорные воздействия [1]. Однако при статистическом анализе был выявлен значительный разброс показателей variability сердечного ритма, что свидетельствует о неоднородности реакции вегетативной нервной системы на физическую нагрузку.

Для изучения типологии вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы был проведен анализ прироста ИН в ответ на физическую нагрузку с учетом исходного вегетативного тонуса. Наиболее значимый относительный прирост напряжения регуляторных механизмов наблюдался у симпатотоников, менее выраженный – у эйтоников и наиболее низкий – у ваготоников. Эти данные подтверждают «закон исходного уровня», сущность которого заключается в зависимости индивидуальной реакции организма на физиологические раздражители от исходного уровня функциональных показателей. При этом, чем выше исходная величина показателя, тем ниже его ответная реакция.

На основании полученных данных для каждого исходного типа вегетативной регуляции в условиях относительного покоя мы разработали критерии оценки вегетативного обеспечения физической нагрузки по показателю соотношения ИНн/ИНп (табл.1).

При этом был использован методический подход, предложенный М.Б.Кубергером (1984) для оценки вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы при выполнении ортостатической пробы[4].

Таблица 1

Критерии оценки вегетативного обеспечения физической нагрузки
с учетом исходного вегетативного тонуса

Исходный вегетатив- ный тонус	Вегетативное обеспечение (ИНн/ИНп)		
	нормальное	избыточное	недостаточно
Ваготония (ИНп менее 30 усл.ед.)	17-27	> 25	< 17
Эйтония (ИНп = 30 -90 усл.ед.)	6-11	> 11	< 6
Симпатотония (ИНп = 90-300 усл.ед.)	3-6	>6	< 3

Для изучения влияния характера вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы на уровень общей (аэробной) и субмаксимальной (аэробно-анаэробной) физической работоспособности все испытуемые были разделены на 3 группы: 1-я – с недостаточным, 2-я – с нормальным 3-я – с избыточным вегетативным обеспечением.

Результаты исследования показали, что в конце подготовительного периода у юных хоккеистов наиболее часто определялось нормальное (достаточное) (54%), реже встречалось недостаточное (36%) и избыточное (10%) вегетативное обеспечение физической нагрузки.

Анализ вариабельности сердечного ритма в исследуемых группах спортсменов показал, что избыточное вегетативное обеспечение характеризуется наиболее выраженной реакцией симпатической нервной системы (АМо) в сочетании с относительно низкой реакцией парасимпатической нервной системы (ВР) на физическую нагрузку. При недостаточном вегетативном обеспечении наблюдались достоверно более низкие показатели активности симпатического отдела в сочетании с относительно более высокими значениями активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Результаты исследования показателей физической работоспособности у спортсменов с различным типом вегетативного обеспечения представлены на рисунке 1.

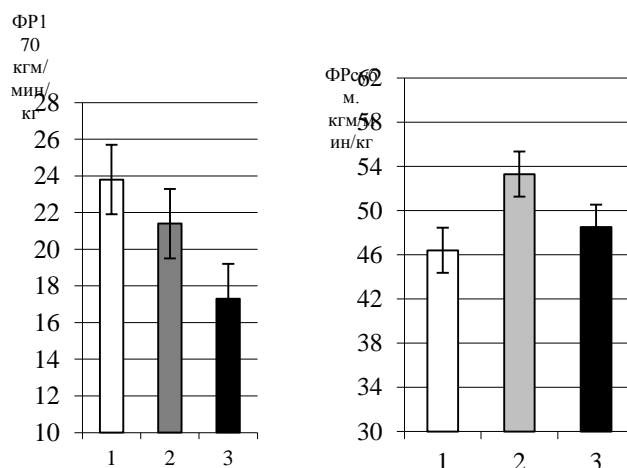


Рис. 1. Показатели аэробной (ФР170) и анаэробной (ФРсубм.) работоспособности у спортсменов с различным вегетативным обеспечением деятельности сердечно-сосудистой системы (1 – недостаточное, 2 – нормальное, 3 – избыточное).

Анализ данных показал, что самая высокая аэробная физическая работоспособность (ФР170) или общая выносливость была у юных хоккеистов при недостаточном, ниже при нормальном и самая низкая при избыточном вегетативном обеспечении деятельности сердечно-сосудистой системы. Более высокие показатели аэробной работоспособности у спортсменов с недостаточным вегетативным обеспечением, по-видимому, связаны с экономизацией деятельности сердечно-сосудистой системы при работе в зоне умеренной мощности, обусловленной высоким уровнем тренированности.

Уровень анаэробной работоспособности (ФРсубмакс.), характеризующий скоростно-силовую выносливость, был достоверно выше у юных хоккеистов с нормальным вегетативным обеспечением деятельности, ниже при избыточном и недостаточном вегетативном обеспечении. При этом достоверно самое низкое значение ФРсубмакс. наблюдалось у спортсменов с недостаточным вегетативным обеспечением.

Выводы. Юные хоккеисты с нормальным вегетативным обеспечением деятельности сердечно-сосудистой системы наиболее адаптированы к соревновательным нагрузкам, в процессе которых необходим достаточный уровень развития как аэробной, так и анаэробной работоспособности.

Недостаточное вегетативное обеспечение является лимитирующим фактором развития анаэробной (скоростно-силовой) работоспособности, которая снижает успешность соревновательной деятельности спортсменов.

Избыточное вегетативное обеспечение, обусловленное чрезмерной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы при выполнении физической нагрузки, свидетельствует о значительном напряжении регуляторных механизмов, обеспечивающих процессы срочной адаптации к изменяющимся факторам внешней среды, что может привести к срыву адаптации и развитию различных патологических состояний.

Результаты исследований могут быть использованы для текущего и этапного контроля функционального состояния юных хоккеистов с целью коррекции учебно-тренировочного процесса, а также прогнозирования результата их соревновательной деятельности.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Кирилов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
2. Вейн А.М. Вегетативный расстройства: клиника, лечение, диагностика. – М.: МИА, 2000. – 347 с.
3. Иорданская Ф.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юных спортсменов к нагрузкам в современном хоккее с шайбой // Вестник спортивной науки. – 2010. – №3. – С.33-38.
4. Кубергер М.Б., Белоконов Н.А., Соболева Е.А. Кардиоинтервалография в оценке реактивности и тяжести состояния больных детей // Метод.рек. – М., 1985. – 19 с.
5. Реуцкая Е.А., Загурский Н.С., Николаев Е.М. Особенности адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных биатлонистов в соревновательном периоде / Современная система спортивной подготовки в биатлоне. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2016. – С.159-170.
6. Фролов А.В., Цехмистро Л.Н. Состояние вегетативной нервной регуляции у спортсменов циклических и ациклических видов спорта // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение. - Ижевск, 2003. – С.87-88.

7.Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. - Ижевск: Удм. ун-т, 2009. - 255 с.

РОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Кулемзина Т.В., Криволап Н.В.
Донецкий национальный медицинский университет им.
М. Горького, г. Донецк
nataly.krivolap@mail.ru

ROLE OF FUNCTIONAL METHODS OF THE RESEARCH IN FORECASTING OF SPORTS RESULTS

Kulemzina T. V., Krivolap N. V.
Donetsk national medical university of M. Gorky, Donetsk

Резюме. Выявлена зависимость резерва адаптации организма юных спортсменов от наличия признаков дисплазии соединительной ткани, обобщены проявления недифференцированных синдромов дисплазии.

Ключевые слова: спортсмены, дисплазия, заболеваемость, адаптация.

Summary. The dependence of the organism adaptation reserve of young athletes on the presence of signs of connective tissue dysplasia, generalized manifestations of undifferentiated dysplasia syndrome.

Keywords: athletes, dysplasia, incidence, adaptation.

Введение. Спорт высших достижений предъявляет высокие требования к функциональным возможностям организма спортсменов [3]. Прогнозирование развития стрессиндуцированного поражения сердца у спортсменов олимпийского резерва подросткового возраста и дифференцированный подход к выбору профилактических и восстановительных средств являются важнейшими проблемами спортивной медицины [5]. Новые данные о стрессорном повреждении миокарда при физических нагрузках, новые подходы к профилактике развития «патологического спортивного сердца» практически не применяются в подростковом спорте, хотя именно эти факторы прямо и опосредованно лимитируют физическую работоспособность; становятся причиной отсутствия ожидаемых высоких спортивных результатов, несмотря на существенные материальные и временные затраты на подготовку [3].

Развивающийся организм, в отличие от уже сформировавшегося взрослого, отличается рядом морфологических, функциональных и адаптационных особенностей. И если недооценить этот фактор, можно не только затормозить рост спортивных результатов, но и спровоцировать серьезные нарушения здоровья [7].

Адаптация к физическим нагрузкам у подростков менее эффективна, чем у взрослого человека. Менее экономична и более напряжена деятельность систем кровообращения и дыхания; более высоки сдвиги вегетативных систем; более часты нарушения сердечного ритма и сократимости миокарда; снижена способность к мобилизации функций при больших и, особенно, предельных нагрузках, замедлено течение процессов восстановления [6, 7].

Проблема высокопрофессионального медицинского обеспечения детского и юношеского спорта приобретает особую значимость. Прежде всего, в её решении главным звеном является обеспечение максимально информативного в диагностическом плане медицинского допуска спортсменов к занятиям, предполагающего выявление факторов риска и ранней их диагностики. Следовательно,

необходимо дать оценку состояния здоровья не только на момент обследования, но и в перспективе [1, 5]. В связи с этим, первичный медицинский отбор в спорте становится все более актуальным. И чем раньше выявлена патология, чем раньше начаты профилактические мероприятия, тем менее выражены проявления основного заболевания и тем реже возможны осложнения

Материал и методы обследования. Были обследованы 270 спортсменов подросткового возраста (13-16 лет), занимающиеся легкой атлетикой, футболом, большим теннисом, плаванием, боксом, дзюдо. Спортивный стаж от 3 лет до 9. Соотношение юношей и девушек было равноценным. При отборе и обследовании спортсменов учитывалось единое построение тренировочного процесса в соответствии с планами многолетней подготовки юных спортсменов в детско-юношеских спортивных школах.

При обследовании у наблюдаемого контингента оценивались антропометрические данные, определялся уровень физического развития, также диагностировали стигмы дизэмбриогенеза. При прохождении углубленного медицинского осмотра всем подросткам проводились функциональные исследования сердечно-сосудистой системы: электрокардиографию по общепринятой методике в 12 отведениях; состояние вегетативной нервной системы оценивалось при проведении вариационной пульсометрии (по Р.М. Баевскому) в рамках проведения «D&K – TEST» (методика Душанина и Карленко). Эхокардиографическое исследование проводилось с использованием ультразвукового диагностического аппарата «Сономед-400» в М- и В-режимах с измерением основных кардиологических параметров. Определение физической работоспособности PWC170 проводилось методом велоэргометрии.

Результаты исследования и их обсуждение. Из числа обследованных подростков фенотипические проявления синдрома дисплазии соединительной ткани были выявлены у 80 (29,8%). При оценке антропометрических данных обращали на себя внимание более высокий рост и снижение весо-ростовых показателей, сколиоз, деформация грудной клетки, плоскостопие, наличие синдрома гипермобильности суставов. Так, астенический тип телосложения встречался у 140 (52%) спортсменов, синдром гипермобильности суставов верифицирован у 56 (20,7%) обследованных, сколиоз – у 30 (11,9%), деформация грудной клетки – у 8 (2,96%), плоскостопие – у 32 (11,8%) подростков.

Среди висцеральных проявлений синдрома соединительнотканной дисплазии чаще всего встречались: пролабирование створок митрального клапана (ПМК) – у 54 (20%) из числа всех обследованных, аномально расположенные хорды (АРХ) – у 26 (9,6%), сочетание ПМК и АРХ – у 13 (4,8%) спортсменов.

В основную группу наблюдения были отобраны 82 спортсмена с висцеральными проявлениями дисплазии соединительной ткани с наличием фенотипических маркеров или без них. В контрольную группу вошли спортсмены без проявлений синдрома дисплазии – 80 человек. Группы были сопоставимы по полу, возрасту и уровню тренированности. Распределение спортсменов по группам представлено в таблице 1.

Подростки находились под наблюдением в течение полутора лет. Углубленный медицинский осмотр проводился 1 раз в полгода, кроме этого дважды были проведены врачебно-педагогические наблюдения за спортсменами бригадным методом (1 раз в 6 мес.).

Среди осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы преобладали: нарушения процессов реполяризации - у 15 спортсменов основной группы (18,3%) и у 10 - контрольной (12,5%); экстрасистолическая аритмия – 13 случаев в основной группе (15,8%), в основном у спортсменов с сочетанием пролапса митрального клапана с аномально расположенными хордами и в 7 случаях – в контрольной (8,7%); АВ- блокада I степени была выявлена у 4,6% спортсменов обеих групп при выраженной брадикардии, АВ- блокада II степени тип Мобитц I – у 3 спортсменов основной группы (3,6%) при

наличии сочетания ПМК и АРХ. Феномен WPW был диагностирован у 5 (6%) подростков основной группы при наличии пролапса митрального клапана.

Таблица 1

Распределение спортсменов по группам наблюдения		
ВИД СПОРТА	ОСНОВНАЯ ГРУППА (ЧЕЛ.)	КОНТРОЛЬНАЯ ГРУППА (ЧЕЛ.)
ЛЕГКАЯ АТЛЕТИКА	16(19,5%)	15(18,7%)
ПЛАВАНИЕ	13(15,8%)	14(17,5)
БОЛЬШОЙ ТЕННИС	17(20,7%)	16(20%)
ФУТБОЛ	21(25,%)	20(25%)
БОКС	7(8,5%)	8(10%)
ДЗЮДО	8(9,7%)	7(8,7%)
ВСЕГО	82	8

При использовании вариационной пульсометрии (в рамках проведения «D&K – TEST») было выявлено, что у подростков контрольной группы на 28% чаще наблюдалась устойчивая регуляция вегетативной нервной системы с преобладанием парасимпатических влияний, что характерно для тренированных спортсменов. У подростков в основной группе наблюдения чаще регистрировалась дисрегуляция вегетативной нервной системы - у 8 подростков основной группы наблюдения (9,7%). А у 6 спортсменов напряжение адаптационных механизмов с преобладанием влияния симпатической нервной системы (7,3%) .

У 2-х спортсменов (занимающихся большим теннисом и дзюдо) обнаруженный пролапс митрального клапана I степени с наличием митральной регургитации сочетался с феноменом WPW без фенотипических проявлений дисплазии. Причем у спортсмена, занимающегося дзюдо, феномен WPW впервые был обнаружен при повторном медицинском осмотре, манифестировал после перенесенного обострения хронического тонзиллита на фоне интенсивных тренировок (предсоревновательный период). У теннисиста скрытый феномен WPW был выявлен только при дополнительном обследовании (проведении электрофизиологического исследования), в данном случае степень пролапса митрального клапана и систолической митральной регургитации прогрессировала в течение полутора лет до II ст. В обоих случаях по данным вариационной пульсометрии было диагностировано напряжение адаптационных механизмов с преобладанием влияния симпатической нервной системы.

Оценивая показатели физической работоспособности и аэробной производительности у подростков, можно отметить более выраженное снижение данных показателей у спортсменов основной группы с сочетанием ПМК и АРХ (на 7,9% по сравнению с показателями в контрольной группе), а также при наличии сопутствующей патологии. При этом выявлена зависимость данных показателей от степени ПМК и митральной регургитации. В среднем показатели физической работоспособности у подростков основной группы были на 4,8% ниже, чем в контрольной группе. Однако важно отметить,

что наиболее высокие показатели PWC170 и МПК у прогрессирующих спортсменов обеих групп практически не различались между собой.

В процессе наблюдения было выявлено, что спортивные результаты были достоверно выше в контрольной группе спортсменов (на 14% больше спортсменов контрольной группы улучшили свои показатели). Отрицательная динамика спортивных результатов была отмечена только у 5% подростков с висцеральными проявлениями дисплазии при наличии сопутствующих заболеваний, у которых по данным «D&K – TEST» выявлена дисрегуляция вегетативной деятельности.

Выводы:

1. При проведении углубленных медицинских осмотров подростков, занимающихся в детско-юношеских спортивных школах и училищах олимпийского резерва, необходимо не только оценивать результаты функциональных проб, но и осуществлять комплексные обследования всех органов и систем с использованием дополнительных методов, в частности, вариационной пульсометрии.

2. Применение вариационной пульсометрии позволяет не только оценить состояние адаптационных механизмов у спортсменов в процессе тренировочной деятельности, но прогнозировать динамику спортивных достижений.

3. Спортсменам с проявлениями синдрома дисплазии соединительной ткани с целью раннего выявления дезадаптации необходимо чаще проводить функциональные исследования с периодичностью 1 раз в 3 мес.

4. Различные проявления ДСТС могут служить критерием для дифференцированного подбора тренировочных нагрузок.

Список литературы:

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Функциональные резервы организма и теория адаптации // Вестник восстановительной медицины. – 2004. – № 3. – С. 4 – 11.

2. Апанасенко Г. Л. Профилактика в кардиологии: необходимость новой стратегии // Здоров'я України. – 2004. – № 22 (107). – С. 8 – 9.

3. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. – М.: Советский спорт. – 2005. – 312 с.

4. Соколова Н.И., Криволап Н.В., Особенности кардиогемодинамики футболистов с проявлениями соединительнотканной дисплазии // Теорія і практика фізичного виховання. – 2006. – № 1 – 2. – С. 305 – 310.

5. Якобашвили В. Я., Макарова Г. А., Игельник М. Л., Бессчастная В. В. Сердце в условиях спортивной деятельности: физиологические и врачебно-педагогические аспекты: пособие для физиологов и врачей, работающих в области физической культуры и спорт. – М.: Советский спорт; 2006. – 234 с.

6. Considerations for the interpretation of epidemiological studies of injuries in team sports: illustrative examples / L. E. Hammond, J. M. Lilley, G. D. Pope [et al.] // Clin. J. Sport Med. – 2011. – Vol. 21, N 2. – P. 77-79.

7. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program / Corrado D., Basso C., Pavei A. [et al.] // JAMA. – 2006. – V. 296, № 13. – P.1593-1601.

**УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ И
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ У БИАТЛОНISTOK
ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА**

Лебедев Е.С., Шлык Н.И.,
Удмуртский государственный университет

**MANAGEMENT OF TRAINING PROCESS AND FORECASTING OF SPORTS
RESULTS AT BIATHLETE ACCORDING TO THE ANALYSIS OF VARIABILITY
OF THE WARM RHYTHM**

E. S. Lebedev, N. I. Shlyk,
Udmurt state university

Резюме: В работе идет речь о состоянии вегетативной регуляции и вегетативной реактивности у биатлонисток 16-17 лет в тренировочном процессе, перетренированности и заболевании.

Ключевые слова: биатлонистки, вариабельность сердечного ритма, вегетативная регуляция, ортостаз, перетренированность.

Summary: In work there is a speech about condition of vegetative regulation and vegetative reactivity at biathlonists of 16-17 years in training process, overtraining and disease.

Keywords: biathlonists, variability of warm rhythm, vegetative regulation, overtraining.

Введение. Успех спортивной деятельности зависит не только от эффективности тренировочного процесса, но и в значительной мере – от физиологических резервов спортсмена[4,2]. Адаптация организма спортсменов к условиям возрастающих тренировочных нагрузок и сохранение гомеостаза основных жизненно важных систем требует постоянной работы регуляторных механизмов и систематического контроля за их состоянием. Определение степени напряжения регуляторных систем имеет важное значение для оценки резервных возможностей организма[1].

Показано, что формирование оптимальной адаптации организма к условиям тренировочной процесса в первую очередь зависит от индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции[3,4].

Установлено, что типы вегетативной регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но и по механизмам адаптации кардиорегуляторных систем к одинаковой тренировочной нагрузке[3].

Правильное интерпретирование экспресс-метода вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе дает тренеру возможность за самое короткое время получить важную информацию: с каким функциональным состоянием и резервными возможностями спортсмен пришел на очередную тренировку и как прошел процесс восстановления на следующий день после нее, есть ли динамика роста функциональной готовности организма к дальнейшей тренировочной и соревновательной деятельности, кого из спортсменов нужно ставить на ответственные соревнования, своевременно выявлять перетренированность и донологические состояния, определять сроки восстановления спортсменов после болезни и дозировать для них тренировочный режим, определять эффективность и соответствие применяемых восстановительных средств [4,5]

Методика исследования. Запись ЭКГ-сигнала и анализ ВСР проводились с помощью аппарата «Варикард 2.6» и программы «Иским-6» в покое в положении лежа (5 мин) и стоя (6 мин) утром до завтрака. В момент исследования были устранены все помехи, приводящие к эмоциональному возбуждению, не разговаривали с исследуемым и посторонними, исключали телефонные звонки и появление в кабинете других лиц. При записи ВСР следили, чтобы исследуемый не делал глубоких вдохов и выдохов, не каш-

лял, не сглатывал слюну. Использование программы «Варикард МП» позволяло одновременно регистрировать ВСР у нескольких биатлонисток. При анализе ВСР осуществлялся индивидуальный подход с учетом типа вегетативной регуляции согласно классификации Шлык Н.И.[], в которой умеренному преобладанию центральной регуляции (I тип) соответствуют значения $SI > 100$ усл. ед., $VLF > 240$ мс²; выраженному преобладанию центральной регуляции (II тип) - $SI > 100$ усл. ед., $VLF < 240$ мс²; умеренному преобладанию автономной регуляции (III тип) – SI от 30 до 100 усл. ед., $VLF > 240$ мс²; выраженному преобладанию автономной регуляции (IV тип) – SI от 10 до 30 усл. ед., $VLF > 240$ мс², $TP > 8000$ мс². Если при анализе ВСР резко снижаются значения $SI < 10$ усл. ед. и резко возрастают показатели $TP > 16000-20000$ мс², то они указывают на различные нарушения ритма сердца, которые визуальнo можно наблюдать на кардиоинтервалограмме, скатерограмме ВСР и одновременной регистрации ЭКГ. При оценке типа вегетативной регуляции учет остальных временных и спектральных показателей ВСР обязателен.

Результаты исследования и их обсуждение. В табл. 1 и 2 представлены различия в динамике показателей ВСР в положении лежа и стоя у двух биатлонисток (КМС) Е. и И. в подготовительном периоде тренировочного процесса выполняющих одинаковые тренировочные нагрузки.

Таблица 1

Динамика показателей анализа ВСР в покое и ортостазе у биатлонистки Е. в подготовительном периоде

Дата	ЧСС, уд./мин		MxDMn, Мс		SI, усл. ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²		HF%		LF%		VLF%	
	Лежа	стоя	леж	стоя	леж	стоя	Лежа	Стоя	Лежа	стоя	леж	стоя	леж	Стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя
06.08	54	67	568	355	12	45	10131	4246	4594	826	3046	2390	631	595	1861	436	55	22	37	63	8	16
10.08	51	70	598	296	11	75	11744	2924	4324	286	4326	2093	2067	312	1028	232	40	10	41	78	19	11
11.08	50	67	492	299	12	63	8019	3456	3875	610	2571	2092	1035	453	538	301	52	19	34	66	14	14
14.08	48	66	433	346	15	48	6268	3957	2772	815	1836	2098	500	758	1160	286	54	22	36	57	10	21

* выделенные значения ВСР указывают отклонения от нормы

При анализе ВСР оценивалась динамика изменения вегетативного баланса и вегетативной реактивности с учетом объема и интенсивности тренировочной нагрузки.

05.08 - 1 трен. - роллеры 1 час 30 мин. и прыжковые упражнения 40 мин; 2 трен. - кросс равномерно 40 мин.

9.08 – 1 трен. - силовая круговая 3 круга по 20 упражнений; 2 трен. - кросс 40 мин и прыжковые упражнения 40 мин.

10.08 – 1 трен. - повторная на роллерах 3 по 1.5 км; 2 трен. - кросс 40 мин равномерно, сауна и бассейн

13.08 - выходной.

При сравнении результатов анализа ВСР представленных в табл. 1 и 2 выявлено, что у спортсменки Е. на протяжении всех исследований преобладает автономный контур регуляции (выше значения MxDMn, TP, LF, VLF, ULF и ниже значения SI), а у другой спортсменки И. явно преобладает центральный контур регуляции (низкие значения MxDMn, TP, LF, VLF, ULF и высокие значения SI).

Разный вегетативный баланс у этих спортсменок подтверждается разной вегетативной реактивностью при ортопробе. Так согласно данным табл. 2 у спортсменки И. отмечаются парадоксальные реакции со стороны показателей MxDMn, TP, LF, в отличие от спортсменки Е. Оценка динамики показателей ВСР в покое и ортостазе у спортсменки И., выявила особенно выраженное напряжение регуляторных систем в дни выполнения скоростно-силовых нагрузок. Из полученных результатов следует, что

спортсменке И. требуется корректировать тренировочный план и не включать в него большую скоростно-силовую работу и ограничиться одной тренировкой в день.

Таблица 2

Динамика показателей анализа ВСР в покое и ортостазе у биатлонистки И. в подготовительном периода

Дата	ЧСС, уд./мин.		MxDMn, Mc		SI, усл.ед.		TP, мс ²		HF, мс ²		LF, мс ²		VLF, мс ²		ULF, мс ²		HF%		LF%		VLF%	
	Лежа	стоя	леж	стоя	леж	стоя	Леж	стоя	Леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя	леж	стоя
06.08	68	75	178	241	166	112	1151	1993	366	226	205	1321	174	291	405	155	49	12	27	72	24	16
10.08	63	80	161	186	191	202	1018	1011	552	98	186	690	81	107	200	116	67	11	23	77	10	12
11.08	74	82	160	198	202	164	948	1637	223	252	126	1016	108	140	491	229	31	14	35	67	34	18
14.08	58	77	211	159	85	207	1751	1103	1143	60	368	437	109	331	130	275	70	7	23	53	8	40

* выделенные значения ВСР указывают отклонения от нормы

Данные полученные при анализе ВСР подтверждаются спортивными результатами. Спортсменка Е. показала на летних Всероссийских соревнованиях 2,4,1 место, а спортсменка И. только 31, 45, 68 место.

Таким образом, динамические исследования анализа ВСР во время подготовительного периода у биатлонисток помогают выявить не только индивидуальные особенности переносимости различных по характеру тренировочных нагрузок, но и своевременно определять состояние утомления и прогнозировать спортивные результаты.

Таблица 3

Показатели ВСР у биатлонистки К. У. до и после заболевания ОРЗ.

Дата	Комментарии к обследованию	Положение	ЧСС, уд./мин.	MxDMn, мс	SI, усл.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²
05.03.15	Вчера тренировка, вялость, плохой сон	леж	59	453	23	7948	4231	1931	703	1082
		стоя	94	152	364	794	64	490	147	92
06.03.15	Вчера выходной, не достояла в ортостазе, закружилась голова	леж	73	375	51	6314	1510	1055	1370	2379
		стоя	124	88	1112	133	5	31	74	22
19.03.15	После болезни, вчера равномерная тренировка 1 час	леж	69	231	109	2650	720	359	304	1267
		стоя	99	100	840	274	19	129	76	50
21.03.15	Вчера 2 равномерных тренировки по 1 часу	леж	48	639	9	8686	4306	2421	558	1400
		стоя	90	172	190	1636	23	730	480	403
06.04.15	Вчера 1 тренировка равномерно 2 часа	леж	60	479	22	8458	3400	1520	922	2615
		стоя	92	145	375	874	78	639	83	72
07.04.15	Вчера выходной	леж	57	519	15	7987	4516	1935	765	770
		стоя	93	146	365	823	52	573	97	100
12.05.15	Вчера выписали из больницы (операция при гайморите)	леж	78	133	385	426	95	159	99	71
		стоя	108	71	1701	280	8	88	51	132

Следующий пример показывает, как с помощью анализа ВСР можно выявлять донозологические состояния и определять сроки возобновления тренировок. Согласно данным анализа ВСР у биатлонистки К.У. (члена сборной команды России), представ-

ленным в табл. 3, во всех четырех проведенных исследованиях ВСР выявлено выраженное нарушение вегетативного баланса в покое и ортостазе. Как выяснилось при первом и втором исследованиях ВСР (5 и 6 марта 2015 г.) она пребывала в донозологическом состоянии (7.03.2015 г. врачи диагностировали ОРЗ). По данным анализа ВСР от 5 к 6 марта в покое увеличивается ЧСС, снижаются значения МхDMn, TP, LF, HF, HF%, LF% и выражено нарастают абсолютные и относительные показатели VLF, ULF, VLF%, ULF%. Увеличение ULF свидетельствует о включении самых высоких уровней центральной регуляции. При переходе в положение стоя отмечается гиперреакция и ортостатическая неустойчивость (резко увеличиваются значения ЧСС, SI, VLF%, выражено снижаются показатели TP, HF, LF, VLF, ULF). В последствии ОРЗ обострилось гайморитом. Однако 18 марта спортсменка уже вышла на тренировку. Последующие исследования ВСР в покое и ортостазе за 19 и 21 марта показали, что спортсменка не восстановилась после болезни и тренировочные нагрузки для нее были слишком ранними и избыточными.

Поэтому 21 марта отмечено резкое снижение ЧСС и SI в покое и резкое увеличение показателей ВСР (МхDMn, TP, HF, LF, VLF). При ортостатической пробе организм спортсменки отвечает парадоксальной реакцией (увеличение МхDMn, HF, LF, VLF вместо снижения и уменьшение SI вместо увеличения). Эти показатели свидетельствуют о сниженных функциональных и адаптационно-резервных возможностях организма и, в первую очередь, со стороны сердечно-сосудистой системы. Исходя из этого восстановительный период после болезни для нее должен быть более продолжительным, а тренировочные нагрузки строго избирательными. Однако 21 марта она вылетела на соревнования и 29 марта участвовала в спринтерской гонке на чемпионате России, где заняла 52 место. После соревнований спортсменка имела осложнение в состоянии здоровья и долго восстанавливалась. Подобная практика ставить нездоровых спортсменов на соревнования должна уйти из спорта.

Список литературы:

- 1.Баевский Р.М., Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Новые методы электрокардиографии / под. ред. С.В. Грачева, А.Л. Сыркина. – М.: Техносфера, 2007. – с. 474-496
- 2.Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: монография. – М.: Спорт, 2015 – 168 с.
- 3.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.
- 4.Шлык Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа вариабельности сердечного ритма). Наука и спорт: современные тенденции. Т-9, №4. – Казань, 2015. - с. 5-15
5. Шлык Н.И., Лебедев Е.С. О новом подходе к управлению тренировочным процессом и прогнозированию спортивных результатов по данным анализа ВСР у спортсменов биатлонистов / Материалы III всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам и биатлону «Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков и биатлонистов высокой квалификации», 21-24 апреля 2015 г., Смоленск / Смоленск, СГАФКСТ, 2015. – с.294-311

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА
ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ
ПЕРИОДЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ТЕННИСИСТОВ**

Левушкин С.П., Барчукова Г.В., Жилкин А.Н., Патраков А.В.
Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма, г. Москва
Levushkinsp@mail.ru

**USE OF THE TECHNIQUE OF THE ANALYSIS
VARIABILITIES OF THE WARM RHYTHM IN THE PREPARATORY PERIOD OF
TRAINING PROCESS OF HIGHLY SKILLED TENNIS PLAYERS**

Levushkin S. P., Barchukova G.V., Zhilkin A. N., Patrakov A. V.
Russian state university of physical culture,
sport, youth and tourism, Moscow

Резюме. В работе представлены результаты исследования показателей variability сердечного ритма высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в настольном теннисе. Исследование проводилось в динамике подготовительного периода макроцикла спортсменов. Полученные в ходе исследования данные позволили разработать рекомендации по организации физической подготовки теннисистов, учитывающие сохранение или изменение объема и интенсивности нагрузок аэробной, анаэробной или смешанной направленности.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, высококвалифицированные спортсмены, подготовительный период макроцикла, рекомендации.

Abstract. This work presents the results of research of heart rate variability indices in highly skilled athletes specializing in table tennis. The research was conducted in dynamics of the preparatory period of athletes' macrocycle. The data obtained during the research have allowed to develop the recommendations on tennis players physical training considering preservation or change of volume and intensity of aerobic, anaerobic or mixed physical activities.

Keywords: heart rate variability, highly skilled athletes, preparatory period of a macrocycle, recommendation.

Введение. Для достижения высоких спортивных результатов необходимо эффективное управление тренировочным процессом. При этом соответствие применяемых нагрузок текущему функциональному состоянию является одним из самых важных принципов построения тренировочного процесса. Объективным критерием оценки текущего функционального состояния высококвалифицированных спортсменов являются адаптационные резервы организма, которые отражают механизмы вегетативной регуляции деятельности сердца. Рационально функционирующая система регуляции способствует максимальному использованию функциональных возможностей тренирующегося человека.

В настоящее время анализ variability сердечного ритма (BCP) является популярным методом оценки механизмов регуляции в организме спортсмена (общая активность регуляторных механизмов, нейрогуморальная регуляция сердца, соотношение между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы). Известно, что использование анализа BCP в процессе спортивной подготовки позволит

качественно улучшить медико-биологическое сопровождение тренировочного процесса, эффективность контроля индивидуальных реакций на физическую нагрузку.

В связи с актуальностью поднятой темы нами было проведено исследование, целью которого явилось определение функционального состояния организма теннисистов на основе анализа их систем регуляции сердечного ритма и коррекция тренировочного процесса спортсменов на основе данных variability сердечного ритма.

Методы и организация исследования. Для решения поставленных задач в работе использовались следующие методы исследования: метод анализа variability сердечного ритма (Р.М. Баевский и соавт., 1986, 2008) с использованием аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.5.1» и методы математико-статистической обработки. Исследование проводилось в динамике подготовительного периода в Центре спортивной подготовки сборных команд и лаборатории комплексных исследований НИИ спорта Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма. В исследовании принимали участие восемь высококвалифицированных спортсменов, занимающихся настольным теннисом (семь человек имели звание мастера спорта России и один человек мастера спорта международного класса).

Результаты исследования и их обсуждение. Изменение показателей variability сердечного ритма у теннисистов в подготовительном периоде представлено в таблице 1. Как видно из таблицы в большинстве случаев достоверных изменений получено не было. Однако три показателя (СКО, SD; RMSSD; SI) все же претерпели достоверные изменения.

Таблица 1

Динамика показателей variability сердечного ритма у теннисистов
в подготовительном периоде спортивной тренировки

№ п/п	Показатели BCP	Дата обследований		Изменения, %
		15.03.2015	13.04.2015	
1	СКО, SD (мс)	69,7±6,6	40,9±10,0	- 70,4*
2	RMSSD (мс)	30±8,1	56±4,5	86,7*
3	SI (усл. ед.)	168,3±47,4	45,5±9,5	- 87,6*
4	HF (%)	25,8±9,1	27,1±8,1	2,2
5	LF (%)	57,8±10,7	55,5±9,1	- 4,0
6	VLF (%)	16,4±6,3	17,3±3,5	5,5
7	IC (или ИЦ) (усл. ед.)	4±1,1	5,1±2,9	27,5
8	ПАРС (усл. ед.)	5,7±1,0	5,5±1,1	- 3,5

Примечание * - различия достоверны при $p < 0,05$

Проведенное исследование выявило достоверные уменьшение среднего квадратичного отклонения (СКО, SD) на 70,4 %, что свидетельствует об усилении автономной регуляции, т.е. влияния дыхания на ритм сердца. Данное изменение говорит о снижении регуляции высших уровней регуляции управления деятельностью сердца.

Изучение динамики показателей variability сердечного ритма в подготовительном периоде выявило также достоверное увеличение квадратного корня из средних квадратов разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD) на 86,7 %, что указывает на повышении активности парасимпатического звена вегетативной регуляции и снижении управления со стороны центрального контура управления.

Одним из наиболее важных показателей variability сердечного ритма является индекс регуляторного напряжения или стресс-индекс (SI). При изучении динамики данного показателя было выявлено его значительное (достоверное) уменьшение на 87,6 %, что свидетельствует о снижении степени напряжения регуляторных систем (уровня преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными). Это также указывает на снижение активности механизмов симпатической регуляции, состояния центрального контура регуляции. Снижение данного показателя обусловлено лучшей адаптацией спортсменов к условиям спортивной тренировки.

Еще одним важным интегральным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов, полученных на основе анализа variability ритма сердца является показатель активности регуляторных систем (ПАРС), который характеризует комплексную оценку ВРС по активности регуляторных систем, что позволяет разделять разные степени напряжения регуляторных систем и имеет важное значение при оценке адаптационных возможностей организма. Первоначальный ПАРС, полученный в начале подготовительного периода, свидетельствует о выраженном напряжении уровня регуляции сердца. В данном случае выявлено состояние, связанное с активной мобилизацией защитных механизмов организма в процессе физических нагрузок, в том числе повышением активности симпатико-адреналовой системы. Сравнение начальных и повторных значений показателя активности регуляторных систем, полученных в начале и конце подготовительного периода, показало незначительные уменьшение величины данного показателя (3,5 %), что свидетельствует о наличии тенденции к снижению напряжения регуляторных систем и понижению расходования функциональных резервов.

Изменения показателей variability сердечного ритма у высококвалифицированных теннисисток в подготовительном периоде представлены в таблице 2, из которой видно, что в большинстве случаев достоверных изменений получено не было. Однако три показателя (СКО, SD; RMSSD; VLF) все же претерпели достоверные изменения.

Таблица 2

Динамика показателей variability сердечного ритма у теннисисток
в подготовительном периоде спортивной тренировки

№ п/п	Показатели ВРС	Дата обследований		Изменения, %
		15.03.2015	13.04.2015	
1	СКО, SD (мс)	61,6±10,8	54,7±9,2	11,2*
2	RMSSD (мс)	43,0±17,7	57,5±14,2	33,7*
3	SI (усл. ед.)	141,0±56,8	113,8±43,0	- 20
4	HF (%)	30,6±8,2	45,2±3,4	47,7
5	LF (%)	38,6±4,7	38,3±4,4	- 0,8
6	VLF (%)	30,8±3,6	16,5±3,5	- 53,5*
7	IC (или ИЦ) (усл. ед.)	2,9±0,8	1,3±0,2	- 44,8
8	ПАРС (усл. ед.)	2,9±0,5	3,1±0,7	6,8

Примечание * - различия достоверны при $p < 0,05$

В динамике подготовительного периода было выявлено достоверные уменьшение среднего квадратичного отклонения показателя (СКО, SD) на 11,2 %, что свидетельствует об усилении автономной регуляции, влиянии дыхания на ритм сердца, снижении влияния высших уровней регуляции управления деятельностью сердца.

Из таблицы 2 видно достоверное ($p < 0,05$) увеличение показателя RMSSD (квадратного корня из средних квадратов разностей последовательного ряда кардиоинтервалов), что указывает на повышение активности парасимпатического звена вегетативной

регуляции и снижении управления ритмом сердца со стороны центрального контура управления.

При изучении динамики индекса регуляторного напряжения или стресс-индекса (SI) у теннисисток было выявлено его незначительное уменьшение степени напряжения регуляторных систем (степени преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными). Это также указывает на снижение активности механизмов симпатической регуляции, состояния центрального контура регуляции. Снижение данного показателя обусловлено улучшением адаптации спортсменов к нагрузкам, выполняемым в ходе спортивной тренировки.

В динамике было выявлено достоверное уменьшение мощности спектра сверхнизко-частотного компонента в % от суммарной мощности колебаний VLF на 53,5 %.

При проведении первого тестирования спортсменов были разработаны рекомендации по коррекции тренировочных и психоэмоциональных нагрузок. С учетом полученных данных вариабельности сердечного ритма предлагалось внесение изменений в тренировочный план спортсменов: снижение или повышение объема нагрузок аэробной направленности, увеличить или понижение интенсивности нагрузок смешанной направленности.

Выводы.

1. Результаты исследований вариабельности сердечного ритма спортсменов, проведенные в динамике подготовительного периода, позволили сделать вывод о позитивных изменениях функционального состояния сердечно-сосудистой системы теннисистов в процессе изучаемого периода тренировочного процесса. Так, выполненное исследование выявило наличие достоверных изменений следующих показателей ритма сердца:

- снижение среднего квадратичного отклонения (СКО, SD), что свидетельствует об усилении автономной регуляции и снижении регуляции высших уровней регуляции управления деятельностью сердца;

- увеличение квадратного корня из средних квадратов разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), что указывает на повышении активности парасимпатического звена вегетативной регуляции и снижении управления со стороны центрального контура управления;

- уменьшение индекса регуляторного напряжения или стресс-индекса (SI), что свидетельствует о снижении степени напряжения регуляторных систем и снижении активности механизмов симпатической регуляции.

2. Проведенное исследование вариабельности сердечного ритма позволило разработать индивидуальные рекомендации по организации физической подготовки высококвалифицированных теннисистов, учитывающие сохранение или изменение объема и интенсивности нагрузок аэробной, анаэробной или смешанной направленности.

Список литературы:

1. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский и др. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
2. Баевский, Р. М. Введение в донозологическую диагностику / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М.: Слово, 2008. – 208 с.
3. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. - М.: Высшая школа, 1990. – 351 с.

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И АДАПТАЦИЯ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ХОККЕИСТОВ 13-14 ЛЕТ С
РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ
ТОНУСОМ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ**

Линдт Т. А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры
и спорта», Омск, Россия
lta@bk.ru

**FUNCTIONAL STATE AND ADAPTATION OF WARM AND VASCULAR SYSTEM
OF HOCKEY PLAYERS OF 13-14 YEARS WITH VARIOUS INITIAL
VEGETATIVE TONE TO PHYSICAL ACTIVITIES**

Lindt T. A.

The Siberian state university of physical culture and sport, Omsk, Russia

Резюме. В статье представлены данные исследования адаптации сердечно-сосудистой системы хоккеистов 13-14 лет с учетом исходного вегетативного тонуса в покое и при выполнении аэробной и анаэробной физической нагрузки.

Ключевые слова: юные хоккеисты, сердечно-сосудистая система, адаптация, физическая нагрузка, исходный вегетативный тонус.

Summary. The article presents the study of adaptation of the cardiovascular system of players 13-14 years c taking into account the initial autonomic tone at rest and when performing aerobic and anaerobic exercise.

Keywords: juvenile hockey players, cardiovascular system, adaptation, exercise stress, initial vegetative tonus.

Наиболее доступным и информативным показателем изменений, происходящих в организме при выполнении физических нагрузок, является вариабельность сердечного ритма, которая отражает уровень функционирования регуляторных систем и состояние адаптационных механизмов [1, 2, 3, 7].

Адаптивные реакции организма человека на одинаковую физическую нагрузку зависят от преобладания того или иного типа регуляции сердечного ритма [8]. Необходимо отметить, что от состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы зависит и уровень физической работоспособности, а также характер адаптации к физической нагрузке [6, 8]. Показатели вариабельности ритма сердца имеют важнейшее прогностическое значение как при патологических состояниях различных систем организма (дыхательной, сердечно – сосудистой, нервной, эндокринной), так и при изучении процессов адаптации к физическим нагрузкам у спортсменов. Патологические изменения в функционировании основных систем организма, срыв механизмов адаптации и появление заболеваний могут являться следствием перенапряжения регуляторных систем [3, 4, 5]. Имеется мнение, что, такие проявления регуляторных механизмов сердечного ритма в младших возрастных группах связаны с незрелостью нейрогуморальной регуляции адаптационных процессов и с гормональными перестройками в организме в пубертатный период [6, 8]. Цель настоящего исследования явилось изучение функционального состояния и процессов приспособления сердечно-сосудистой системы к аэробным и анаэробным физическим нагрузкам хоккеистов 13-14 лет с учетом исходного вегетативного тонуса.

Исследования проводились на базе научно-исследовательского института «Деятельности в экстремальных условиях» ФГБОУ ВО Сибирского государственного уни-

верситета физической культуры и спорта. В исследовании приняли участие 34 хоккеиста в возрасте 13-14 лет, занимающихся в спортивных клубах г.Омска. Запись кардиоинтервалограммы (КИГ) проводили с использованием аппаратно-программного комплекса «Поли-спектр» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, Россия) в покое и после выполнения аэробной и анаэробной физической нагрузки. Все испытуемые, в зависимости от величины индекса напряжения (ИН), были разделены на группы согласно методике Р. М. Баевского: ваготония (ИН менее 30 усл. ед.), эйтония (ИН = 30 - 90 усл.ед.) и симпатотония (ИН более 90 усл. ед.). Физическую работоспособность (аэробную и анаэробную) определяли при выполнении трехступенчатой работу на велоэргометре «Монарк» по методике Харитоновой Л. Г. (св-во официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007611219 от 22 марта 2007 г). Первая ступень работы выполнялась испытуемыми в качестве разминки на пульсе 110-120 уд/мин. Вторая ступень нагрузки выполнялась при ЧСС до 170 уд/мин (PWC_{170}). Третья ступень – работа в анаэробном режиме, т.е. на пульсе свыше 180 уд/мин ($W_{суб}$).

Таблица 1.

Показатели центральной гемодинамики хоккеистов в покое и при выполнении аэробной и анаэробной физической нагрузки с учетом исходного вегетативного тонуса ($X \pm \sigma$)

Показатели	Исходный вегетативный тонус			Достоверность
	Ваготония 1	Эйтоният 2	Симпатотония 3	
Покой				
ЧСС, уд. мин	71,0 ± 2,4	74,2 ± 10,1	77,4 ± 9,5	-
САД, мм. рт. ст.	113,3 ± 6,0	110 ± 9,6	106 ± 5,7	1/3
ДАД, мм. рт. ст.	71,7± 6,8	68,1 ± 6,5	64,0 ± 6,9	1/3
УО, мл	62,8 ± 6,7	64,0 ± 3,2	66,8 ± 6,3	-
МОК, л	4,5 ± 0,5	4,7 ± 0,6	5,2 ± 0,8	-
1 нагрузка (разминка)				
ЧСС, уд. мин	120,8 ± 2,0	117,0 ± 3,2	112,8 ± 12,5	1/2
САД, мм. рт. ст.	125,0 ± 10,4	118,7 ± 12,1	116,5 ± 6,6	-
ДАД, мм. рт. ст.	55,0 ± 15,1	69,3 ± 6,7	72,0 ± 7,8	1/2, 1/3
УО, мл	86,9 ± 19,8	67,0 ± 7,6	63,2 ± 10,5	1/2, 1/3
МОК, л	10,5 ± 2,5	7,8 ± 1,0	7,1 ± 1,4	1/2, 1/3
2 нагрузка (PWC ₁₇₀)				
ЧСС, уд. мин	168,3 ± 3,2	166,0 ± 3,3	164,8 ± 3,6	-
САД, мм. рт. ст.	143,3 ± 12,1	142,5 ± 18,9	134 ± 16,4	-
ДАД, мм. рт. ст.	23,3 ± 20,1	61,2 ± 16,4	60,0 ± 14,9	1/2, 1/3
УО, мл	130,9 ± 46,2	87,8 ± 24,0	85,2 ± 20,5	1/2, 1/3
МОК, л	22,1 ± 8,0	14,6 ± 4,2	14,0 ± 3,4	1/2, 1/3
3 нагрузка (W _{суб})				
ЧСС, уд. мин	195,0 ± 16,4	183 ± 3,2	187,8 ± 6,3	-
САД, мм. рт. ст.	135,0 ± 13,7	141,2 ± 15,5	136,0 ± 20,1	-
ДАД, мм. рт. ст.	16,6 ± 15,0	32,5 ± 20,5	46,0 ± 18,9	1/3
УО, мл	134,1 ± 34,4	118,8 ± 18,4	101,6 ± 28,5	-
МОК, л	26,3 ± 7,9	21,7 ± 3,3	19,1 ± 5,8	1/3

Примечание: достоверность при $p < 0,05$. 1/2- различия достоверны между группами ваготония и эйтония, 1/3 – различия достоверны между группами ваготония и симпатотония.

В результате проведенных исследований выявлено, что в представленной выборке 13-14-летних хоккеистов среднegrupповые значения индекса напряжения составляют $70,0 \pm 37,7$ усл. ед., амплитуды моды (AMo) – $36,1 \pm 13,7$ % и моды (Mo) – $0,8 \pm 0,2$ с, вариационный размах (BP) – $0,37 \pm 0,11$ с. При рассмотрении индивидуальных значений ИН и распределении спортсменов на группы с учетом исходного вегетативного тонуса, обнаружено, что в большинстве случаев (у 42%) отмечается симпатотония.

Спортсмены с вагусным влиянием на сердечный ритм составляют 25%, со сбалансированным типом вегетативной регуляции – 33%.

Нами было проведено исследование показателей центральной гемодинамики юных хоккеистов в покое и при выполнении физической нагрузки. Выявлено, что у хоккеистов 13-14 лет с преобладанием вагусного влияния на ритм сердца в условиях относительного покоя показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем (УО) и минутный объем кровообращения (МОК) ниже, чем у эйтоников и симпатотоников (табл. 1). Максимальные значения данных показателей отмечаются в группе симпатотоников, тогда как систолическое (САД) и диастолическое артериальное давление (ДАД) имеют достоверно более низкие значения, чем у ваготоников. Необходимо отметить, что при выполнении физической нагрузки (разминки, аэробной и анаэробной) у хоккеистов-ваготоников в большей степени, чем у эйтоников и симпатотоников, повышаются значения ЧСС, УО и МОК. Систолическое артериальное давление в этой же группе хоккеистов увеличивается по сравнению с другими группами незначительно, а при выполнении анаэробной нагрузки максимальное систолическое артериальное давление выше у эйтоников. Диастолическое артериальное давление у ваготоников при выполнении всех трех нагрузок напротив, ниже, чем в других группах.

Следующим этапом нашего исследования явилось изучение реакции сердечно-сосудистой системы на выполнение аэробной (PWC_{170}) и анаэробной ($W_{суб}$) физической нагрузки. Выявлено, что у хоккеистов 13-14 лет при выполнении физической нагрузки на велоэргометре наблюдаются разные типы реакции ССС. Аэробная физическая нагрузка у хоккеистов-эйтоников в равной степени (по 50%) вызвала нормо- и гипотоническую реакцию сердечно-сосудистой системы, тогда как в группе симпатотоников данное соотношение составляет 20% к 80% соответственно. При выполнении анаэробной физической нагрузки (на пульсе свыше 180 уд/мин) в группе эйтоников наблюдается следующее: в 50% проявляется гипотонический тип реакции и по 25% приходится на нормо- и дистонический тип реакции сердечно-сосудистой системы. Данная физическая нагрузка у 70% юных хоккеистов-симпатотоников вызывала гипотоническую реакцию. Нормотоническая реакция, характеризующаяся адекватным по интенсивности и продолжительности выполненной работы возрастанием частоты сердечных сокращений, а также повышением пульсового давления за счет увеличения систолического артериального давления и снижения диастолического, выявлена у 20% и 10% и расценена была как дистонический тип реакции. У ваготоников как на аэробную, так и на анаэробную физическую нагрузку в большинстве случаев (67%) отмечался дистонический тип реакции ССС, в 33% случаев выявлен гипотонический тип. Преобладание гипотонического типа реакции у эйтоников и симпатотоников при выполнении аэробной и анаэробной физической работы указывает на то, что работа сердечно-сосудистой системы осуществлялась преимущественно за счет прироста частоты сердечных сокращений и, следовательно, находилась в менее экономичном режиме функционирования. Гипертонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку ни в одной из изучаемых групп не выявлен.

Согласно многочисленным исследованиям, выполнение анаэробной физической нагрузки вызывает изменения в характеристиках сердечного ритма, увеличивается роль симпатического отдела вегетативной нервной системы. При этом происходит увеличение показателей ИН и АМо, а ВР и Мо снижаются. В нашем исследовании мы обнаружили, что среднегрупповой индекс напряжения в ответ на анаэробную физическую нагрузку у хоккеистов разных типологических групп увеличивается: у ваготоников в 19 раз, эйтоников в 7 раз, симпатотоников в 5 раз. Однако следует отметить, что у некоторых спортсменов наблюдается также и снижение ИН после выполнения анаэробной физической нагрузки по сравнению с уровнем покоя. Так, в группе эйтоников данное

явление отмечено у 25% спортсменов, у симпатотоников у 20%, при этом в группе ваготоников подобных изменений ИН выявлено не было. Необходимо отметить, что у хоккеистов со сбалансированным влиянием вегетативной нервной системы на ритм сердца и у ваготоников в 13% и 17% случаев соответственно, наблюдалось незначительное изменение ИН по сравнению с уровнем покоя.

Исследуя вегетативную реактивность, мы обнаружили что у хоккеистов 13-14 лет адекватная реакция вегетативной нервной системы на физическую нагрузку отмечалась у 35% исследуемых. Количество асимпатикотонических реакций составило 26%, гиперсимпатикотонических вариантов реакции - 26% случаев и у 13% хоккеистов выявлена недостаточная активация симпатического отдела.

Необходимо отметить, что в процессе восстановления частота сердечных сокращений у юных хоккеистов всех типологических групп достигла исходных значений уровня покоя к 15 минуте восстановления, тогда как систолическое и диастолическое артериальное давление восстановилось гораздо раньше, в среднем к 5 минуте.

Вывод. Таким образом, в результате исследования мы выявили, что у хоккеистов 13-14 лет в механизмах регуляции сердечно-сосудистой системы имеются особенности, зависящие от исходного состояния вегетативной регуляции сердечного ритма. Полученные нами данные могут быть использованы тренерами и спортивными врачами для коррекции учебно-тренировочного процесса и в ходе мониторинга функционального состояния при углубленном медицинском контроле на разных этапах годичного цикла тренировки.

Список литературы:

1. Баевский, Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма в клинической практике / Р. М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 70 - 82.
2. Баевский, Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. – 2001.- №24. – с. 65.
3. Гаврилова, Е. А. Спорт, стресс, вариабельность: монография / Е. А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. - 168 с.
4. Калинина, И. Н. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у лиц с различным уровнем двигательной активности, имеющих нарушения кровообращения нижних конечностей / И.Н. Калинина // Вестник Южно – Уральского государственного университета. Серия «Образование, здраво-охранение, физическая культура» - 2008. - №4 (104). – С. 93-94.
5. Калинин, С. Ю. Особенности течения варикозной болезни нижних конечностей у пациентов с различным уровнем функционирования сердечно-сосудистой системы / С. Ю. Калинин, И. Н. Калинина, В. Т. Долгих // Ангиология и сосудистая хирургия - 2007. – Т. 13. - №2. – С. 84-87.
6. Кудря, О. Н. Вегетативное обеспечение мышечной деятельности у спортсменов: монография / О. Н. Кудря. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2011. – 200 с.
7. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Изд. второе, перераб. и доп. / В. М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
8. 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.

СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ФУТБОЛИСТОВ НА ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦИКЛА

Литвин Ф.Б., Брук Т.М., Осипова Н.В., Балабохина Т.В., Любутина К.Д.

Смоленская государственная академия физической культуры,

спорта и туризма, Смоленск

bf-litvin@yandex.ru

CONDITION OF VEGETATIVE REGULATION OF THE HEART RHYTHM AT FOOTBALL PLAYERS AT STAGES OF THE YEAR TRAINING CYCLE

Litvin F. B., Brook T. M., Osipova N. V., Balabokhin T. V., Lyubutina K. D.

Smolensk state academy of physical culture, sport and tourism, Smolensk

Резюме. Рассматриваются индивидуально-типологические особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у футболистов в зависимости от игрового амплуа.

Ключевые слова: вариационная пульсометрия, футбол, игровое амплуа, годичный цикл, тип вегетативной регуляции, физическая нагрузка.

Summary. Are considered individually-typological features of autonomic regulation of heart rate the players depending on game role.

Keywords: variational pulsometrija, soccer, playing position, annual cycle, type of autonomic regulation, physical activity.

Введение. Исследование уровня активности регуляторных систем у спортсменов имеет важное значение для оценки текущего функционального состояния организма, выявления его резервов и расширения границ адаптации при воздействии систематических физических нагрузок. В большинстве работ приводятся среднegrupповые значения вариабельности сердечного ритма, что не всегда позволяет дать истинную картину функционального состояния ввиду индивидуальных особенностей регуляции. Н.И. Шлык [5] и ее учениками выделено четыре типа регуляции. Показана вероятность перехода типов регуляции в зависимости от функционального состояния организма и возраста испытуемых. В ряде работ авторами установлена тесная связь особенностей регуляции сердечного ритма с гемодинамическими характеристиками центрального [2,3] и периферического [4] звеньев сердечно-сосудистой системы. Однако особенности вариабельности сердечного ритма у спортсменов высокой квалификации на этапах годичного тренировочного цикла в зависимости от степени активности регуляторных систем организма в литературе изучен недостаточно.

Цель работы: изучить особенности вариабельности сердечного ритма на отдельных этапах годичного тренировочного цикла у футболистов в зависимости от уровня активности регуляторных систем организма.

Методы. В процессе исследования нами было обследовано 28 футболистов в возрасте 21-27 лет. Все испытуемые имели одинаковый тренировочный режим, сбалансированное питание и равные условия проживания. Обследование футболистов проводилось в конце подготовительного периода годичного тренировочного цикла дважды: до и после тренировки. В работе применялась методика исследования вариабельности сердечного ритма по М.Р. Баевскому. Регистрацию сердечного ритма выполняли с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» фирмы «Рамена», Россия. Записывали сердечный ритм в течение 5 минут до и после тренировочного занятия. Оценку состояния механизмов регуляции проводили по временным (RMSSD, pNN50%, AMo, IH) и спектральным (TP, HF, LF, VLF, LF|HF) характеристикам. На основании этих данных в соответствии с классификацией Н.И. Шлык (2009) каждый спортсмен был отнесен к той или иной группе вегетативной регуляции.

Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ SPSS 13.0 для Windows. Вычисляли среднюю арифметическую – \bar{X} и ее среднюю ошибку (m). Оценка достоверности различий средних величин проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Изучали состояние вегетативной регуляции у футболистов команды мастеров спорта дважды: в переходном и подготовительном периодах годового тренировочного цикла. По данным исследования в группу с I типом регуляции вошло 6 спортсменов (26%), во II группу – 5 спортсменов (22%), в III – группу – 9 спортсменов (39%) и IV группу – 3 спортсмена (13%). С учетом игрового амплуа в группу с умеренным преобладанием центрального уровня регуляции (I тип) вошло 3 защитника, 3 полузащитника и отсутствовали нападающие. Выраженное доминирование центрального контура регуляции (II тип) в переходном периоде обнаружено у 3 нападающих, 1 защитника и 1 полузащитника

Сравнительно высокую устойчивость регуляторных механизмов с преобладанием парасимпатического звена регуляции (III тип) имели 3 защитника, 4 полузащитника и 2 нападающих. Выраженное доминирование автономного контура регуляции в переходном периоде отмечается у 1 защитника, 1 полузащитника и 1 нападающего. Известно, что IV тип регуляции можно рассматривать как состояние высокой функциональной готовности, так и высокое напряжение регуляторных систем в форме вегетативной дисфункции. В нашем случае индивидуальный анализ изученных характеристик показал, что функционально высокое состояние имеют защитник и полузащитник, тогда как у нападающего минимальный показатель ИН (11 усл. ед.), максимальные значения TP (21358 мс) и HF – спектра (7690 мс), тесно связаны с миграцией водителя ритма, наличием большого количества аритмий, что, в конечном итоге, свидетельствует о серьезных нарушениях регуляторных механизмов. По данным ВСР в переходном периоде сравнительно высокая функциональная устойчивость организма характерна для защитников и полузащитников и заметно ниже она у нападающих. Следовательно, наибольшая напряженность регуляторных механизмов в конце соревновательного периода характерна для нападающих и заметно меньше у полузащитников и защитников. По нашему предположению кроме физических нагрузок соревновательного периода, повышенная напряженность у нападающих обусловлена их большей эмоционально-психологической нагрузкой, поскольку конечный результат командных действий зависит от успешности игры в нападении. Повторное изучение ВСР в подготовительном периоде выявило определенные изменения как по составу групп с разными типами вегетативной регуляции, так и по динамике изученных показателей. Прежде всего, обращает внимание снижение количества футболистов с I и II типами регуляции от 48% в переходном периоде до 13% в подготовительном периоде. Соответственно число спортсменов с умеренным и выраженным преобладанием автономного контура регуляции увеличилось с 52% до 87%. Внутри каждой из групп произошли численные изменения футболистов разных игровых амплуа. Так, в группу с I типом регуляции вошли: 1 полузащитник и 1 нападающий. В группу со II типом регуляции вошел 1 защитник. Третья группа включала в себя 5 защитников, 7 полузащитников и 3 нападающих. В группу с выраженным доминированием автономного контура регуляции вошло 2 защитника, 1 полузащитник и 1 нападающий.

Индивидуально-типологический подход в оценке изученных характеристик показал, что на начало подготовительного периода в целом повысилось функциональное состояние футболистов. По динамике временных и спектральных показателей три защитника и три полузащитника перешли из I и II групп в III группу. Кроме этого у одного защитника величины RMSSD $pNN50\%$ TP HF VLF ИН АМо позволили перейти из

III группы в IV. В IV группе сохранили свое присутствие 1 защитник, 1 полузащитник и 1 нападающий. Однако, у нападающего, по-прежнему регистрируется множество аритмий и миграция синусового водителя ритма.

В процессе исследования у футболистов I группы на этапе годового цикла от переходного к подготовительному периоду практически не изменились такие показатели как RMSSD, pNN50%, LF|HF, а их динамика в сторону увеличения или снижения не имела статистически надежного подтверждения. В то же время по отдельным показателям отмечается статистически надежное снижение показателей, характеризующих как парасимпатическое - HF - на 276% ($p<0,05$), так и симпатическое влияние: LF снижается на 28%, LF|HF – на 45%, AMo – на 71% ($p<0,05$), ИН – 26%. На этом фоне на 97% снижается показатель TP ($p<0,05$), как показатель коллективной напряженности регуляторных систем. И только показатель VLF повышается на 34%, тем самым подтверждая усиление вклада в регуляцию высших корково-подкорковых центров (табл.1). По совокупности разнонаправленной динамики изученных показателей в целом функциональное состояние футболистов I группы в покое следует оценивать как умеренно напряженное.

Таблица 1

Показатели вариационной пульсометрии у высококвалифицированных футболистов с преобладанием центрального уровня активности регуляторных систем до и после физической нагрузки ($M\pm m$)

показатели	I тип регуляции			II тип регуляции			досто- верност ь $p<0,05$
	исх. фон	до ФН*	после ФН	исх. фон	до ФН*	после ФН	
	1	2	3	4	5	6	
ЧСС, уд./мин	72 \pm 4,94	73 \pm 0,61	82 \pm 0,26	79 \pm 4,68	77 \pm 0,83	83 \pm 0,90	
RMSSD, мс ²	44 \pm 2,89	41 \pm 2,39	26 \pm 1,45	28 \pm 1,93	22 \pm 1,15	15 \pm 0,88	p1,4p4,5
PNN50, %	22,5 \pm 4,9	21,3 \pm 0,2	7 \pm 0,10	9,0 \pm 0,50	7,4 \pm 0,13	0,5 \pm 0,01	p1,4p4,5
TP, мс ²	3093 \pm 59	1568 \pm 24	1475 \pm 23	2038 \pm 23	401 \pm 92	482 \pm 105	p1,4p1,2; 4,5
HF, мс ²	1730 \pm 33	460 \pm 57	141 \pm 18	375 \pm 69	218 \pm 26	44 \pm 5	p1,4p1,2
LF, мс ²	987 \pm 184	771 \pm 128	829 \pm 146	1076 \pm 16	325 \pm 41	257 \pm 31	p4,5
AMo, %	63,7 \pm 4,6	37,2 \pm 0,1	38,4 \pm 0,1	71,2 \pm 3,4	56,4 \pm 0,1	47,7 \pm 0,1	p1,2;p4,5
ИН, усл. ед.	132 \pm 10,3	105 \pm 8,44	137 \pm 13,5	227 \pm 22,9	219 \pm 18,7	243 \pm 26,0	p1,2p1,4
LF/HF, усл. д.	2,44 \pm 0,7	1,68 \pm 0,55	6,27 \pm 1,35	5,72 \pm 1,63	4,40 \pm 0,79	5,83 \pm 0,90	p1,4
VLF, мс ²	251 \pm 50	336 \pm 64	506 \pm 97	147 \pm 34	166 \pm 52	181 \pm 75	p1,4

Примечание *ФН- физическая нагрузка

Футболисты со II типом регуляции к подготовительному периоду подошли с повышением напряженности в регуляторных процессах. По сравнению с переходным периодом регистрируется снижение показателей, характеризующих активность парасимпатического контура регуляции. Среди них средняя величина RMSSD снижается на 27% ($p<0,05$), pNN50% - на 22% ($p<0,05$), HF – на 72% ($p<0,05$). Показатель активности

сосудодвигательного центра LF снижается на 231% ($p<0,05$), величина АМо снижается на 26% ($p<0,05$), вегетативного баланса LF|HF – на 30%.

Суммарный уровень симпатической активности ИН практически не изменяется, а его снижение на 4% носит случайный характер. При этом сохраняется тенденция роста показателя VLF на 9%, как отражение повышенной активности высших центров управления сердечным ритмом. В целом у спортсменов II группы растет напряженность регуляторных процессов, что отражается в статистически надежном снижении суммарной величины спектра TP на 408% ($p<0,05$). Формируется энергодефицитное состояние, которое является наиболее выраженным по сравнению с футболистами с I типом регуляции. Так, по сравнению с I типом отмечается достоверный рост показателя АМо ($56,4\pm 0,18\%$), более чем в 2 раза показателя ИН ($219\pm 18,75$ усл. ед.) ($p<0,05$), примерно в 2,8 раза увеличивается показатель вегетативного баланса ($p<0,05$). Среди показателей активности парасимпатического звена регистрируется снижение показателя RMSSD до $22\pm 1,15$ мс, $pNN50\%$ – в 3 раза до $7,4\pm 0,03$, и HF – в 2 раза до 218 ± 26 мс² ($p<0,05$). В целом показатель суммарной спектральной мощности (TP) уменьшается в 3,6 раза до 401 ± 92 мс ($p<0,05$). Снижается и показатель VLF, что, по всей видимости, свидетельствует об уменьшении энергетических возможностей организма.

У футболистов III группы в переходном периоде отмечается рост функциональной устойчивости организма за счет мобилизации симпатического контура управления, происходящего на фоне умеренного снижения влияний парасимпатического отдела ВНС. В результате показатель вегетативного баланса LF|HF увеличивается на 207% ($p<0,05$), АМо – на 80% ($p<0,05$), ИН – на 32% ($p<0,05$), LF – на 42%. Показатели, оценивающие уровень активности парасимпатического отдела, статистически надежно понизились: RMSSD – на 26%, $pNN50\%$ – 39%, HF – 137% ($p<0,05$). Мобилизующая активность центрального контура управления сердечным ритмом дополняется достоверно надежным ростом корковых влияний на вегетативную регуляцию о чем свидетельствует увеличение показателя VLF спектра на 251% ($p<0,05$). В последние годы медленноволновые колебания сердечного ритма привлекают внимание многих исследователей. Так, Н.Б. Хаспекова (2003) эти колебания увязывает с активностью надсегментарных отделов мозга, которые активируются при психо-эмоциональном возбуждении. А.Н. Флейшман (1999) считает, что мощность VLF-колебаний ВСР является чувствительным индикатором управления метаболическими процессами и хорошо отражает энергодефицитное состояние. В нашем случае рост показателя увязывается с формированием повышенного адаптивного состояния организма спортсменов в подготовительном периоде.

У футболистов с IV типом вегетативной регуляции в подготовительный период, по сравнению с переходным усиливается влияние автономного контура регуляции с повышением показателя $pNN50\%$ – на 9% ($p<0,05$), HF – на 124% ($p<0,05$) и только показатель RMSSD недостоверно снижается на 13%. Степень снижения механизмов центральной регуляции заметно ниже и составляет для показателя АМо – 12%, LF – 95%, LF|HF – 200% ($p<0,05$), и ИН – на 32%. При исходно высоком показателе VLF в переходном периоде (2517 ± 845 мс) в подготовительном периоде продолжался менее выраженный рост до 2951 ± 374 мс, что указывает на снижение коркового контроля за вариабельностью сердечного ритма. В целом, по результатам обследования футболисты с IV типом регуляции имеют высокий уровень функциональной готовности, которая может рассматриваться как достижение спортивной формы.

Таблица 2

Показатели вариационной пульсометрии у высококвалифицированных футболистов с преобладанием автономного уровня активности регуляторных систем до и после физической нагрузки ($M \pm m$)

показатели	III тип регуляции			IV тип регуляции			досто- вернос ть $p < 0,05$
	исх. фон	до ФН*	после ФН	исх. фон	до ФН*	после ФН	
	1	2	3	4	5	6	
ЧСС _{уд.мн}	64±2,83	67±2,99	71±3,15	58±1,41	52±2,80	55±3,63	$p_{4,5}$
RMSSD _{мс²}	66±4,00	52±3,94	44±5,07	127±6,77	112±8,06	107±13,97	$p_{1,4} p_{1,2}$
PNN50, %	39±0,89	28±0,13	20±0,14	65±1,75	71±0,10	66±0,18	$p_{1,4} p_{1,2}; p_{4,5}$
TP, мс ²	4801±537	5269±520	3919±759	13015±158	17195±231	14723±1655	$p_{1,4}$
HF, мс ²	1857±515	785±140	664±230	3903±1652	8737±1467	3498±1413	$p_{1,2};$ $p_{1,4} p_{4,5}$
LF, мс ²	1994±458	2833±513	2310±553	4771±2113	2446±596	5453±3028	$p_{1,4}$
AMo, %	30,8±2,45	55,3±4,12	26,7±0,13	18,12±1,77	16,2±0,13	14,7±0,12	$p_{1,2} p_{1,4}$
ИН, усл. д.	50±3,64	66±4,16	57±9,11	15,0±1,85	11,4±0,32	13,7±0,41	$p_{4,5} p_{1,4}$
LF/HF _{ус. д.}	1,16±0,98	3,56±0,93	4,19±1,17	1,59±0,38	0,53±0,07	2,81±0,57	$p_{1,2}; p_{1,4}$ $p_{4,5}$
VLF, мс ²	430±62	1509±323	946±54	2517±845	2951±374	2773±312	$p_{1,2} p_{1,4}$

Вместе с тем, такое состояние футболистов в подготовительном периоде скрывает определенные проблемы, поскольку имеющая место спортивная форма, как известно, долгое время не сохраняется. Не исключено, что высокие соревновательные нагрузки могут привести к формированию перенапряжения, переходящего в переутомление с «потерей» спортивной формы. Для данного контингента спортсменов требуется индивидуальный подход в тренировочном режиме с постоянным мониторингом функционального состояния. Минимальная величина ЧСС ($52 \pm 2,80$ уд./мин) свидетельствует о максимальной, по сравнению с другими группами спортсменов, гомеостатической устойчивости организма в подготовительный период.

Функциональный резерв системы кровообращения традиционно определяется с помощью функциональных нагрузочных проб, одной из которых выступает физическая нагрузка. Успешное выполнение дозированной физической нагрузки может осуществляться при условии наличия достаточного для ее реализации регуляторного ресурса. Критерием ее мобилизации может служить доминирование в регуляции сердечной деятельности симпатoadреналового контура вегетативной нервной системы. После выполнения дозированной физической нагрузки изменился количественный состав групп. Так, в I группу вошло 7 спортсменов, включающих два защитника, четыре полузащитника и одного нападающего. Вегетативное обеспечение сердечной деятельности у футболистов данной группы происходило преимущественно за счет достоверно значимого снижения активности автономного контура регуляции при умеренном повышении активности центрального звена регуляции. После выполнения физической нагрузки на 58% снижается величина RMSSD ($p < 0,05$) pNN50 – на 200% ($p < 0,05$), HF – на 226% ($p < 0,05$). Из показателей центральной регуляции отметим повышение средней величины LF – на 8%, LF/HF – на 273% ($p < 0,05$), ИН – на 30% ($p < 0,05$) и VLF – на 51%. Ми-

нимальной по количественному составу оказалась II группа, состоящая из двух нападающих. Для них характерно статистически значимое снижение изученных показателей автономного контура регуляции (RMSSD – на 47%, pNN50% – на 196%, HF – на 395%), ряда показателей центрального контура (LF – на 26%, AMo – на 18%) и повышение показателя вегетативного баланса (LF|HF – на 33%), стресс-индекса (ИН – на 11%) и VLF – на 9%.

Численность третьей группы уменьшилась до 8 спортсменов. В нее вошло два защитника, четыре полузащитника и два нападающих. Под влиянием физической нагрузки закономерно снижается активность автономного контура регуляции. Однако у подавляющего большинства временных и спектральных показателей изменения не достигают статистически значимого уровня. В частности показатель RMSSD снижается на 18%, pNN50 – 40%, HF – на 18%. Обращает внимание синхронное снижение отдельных показателей симпатoadреналового уровня. Так, величина сосудистого тонуса снижается на 23%, показатель стресс-индекса снижается на 16%, при этом величина вегетативного баланса повышается на 18%. И только показатель корково-гуморальной активности статистически надежно снижается на 60% ($p < 0,05$). Объяснение данному факту, на наш взгляд, состоит в том, что в процессе тренировки физическая нагрузка сочетается с решением определенных тактических задач выстроенных на включении сознательной деятельности. В совокупности это мобилизует психологическую и эмоциональную сферу деятельности коры больших полушарий. Минимальной по количеству спортсменов оказалась группа с IV типом вегетативной регуляции, в которую вошли исключительно защитники. При максимально высокой исходной активности парасимпатического отдела ВНС показатели RMSSD HF pNN50 снижаются, а среди характеристик центрального звена регуляции повышаются LF, LF|HF, ИН. В отличие от футболистов с III типом регуляции величина VLF сохраняет свои максимальные значения как до, так и после физической нагрузки, что отражает высокое адаптивное состояние регуляторных процессов.

Таким образом, на этапе годичного тренировочного цикла ограниченного временным интервалом от переходного периода до подготовительного у футболистов I и II типа регуляции статистически надежно снижается влияние на ритм сердца парасимпатического и симпатического отделов ВНС, что проявляется повышением напряженности механизмов регуляции на разных уровнях исполнения. В результате статистически надежно снижается величина показателя суммарной мощности спектра, растет показатель индекса напряженности. У футболистов с III и IV типами регуляции от переходного к подготовительному этапу снижается активность парасимпатического отдела на фоне усиления корково-подкоркового контуров регуляции в сочетании с симпатическим отделом ВНС, что проявляется ростом суммарной активности регуляторных систем в целом и повышением активности высших вегетативных центров в частности.

Заключение. В заключение следует указать, что в предсоревновательном периоде снижается активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС у футболистов с I и II типами регуляции сердечным ритмом. Причем, наиболее «чувствительными» маркерами оказались характеристики суммарного спектра (TP) и его составляющих (HF, LF, VLF). У футболистов с III и IV типами регуляции отмечается более значимое снижение парасимпатического контура регуляции при практически неизменной активности симпатического звена ВНС. Кроме этого, для них характерна менее выраженная динамика спектральных характеристик. Отличительной особенностью всех изученных групп футболистов является повышение к началу соревновательного сезона активности коркового уровня управления сердечным ритмом. Данный факт отражает формирование, независимо от типа вегетативной регуляции сердечного ритма, функци-

ональной системы, направленной на реализацию доминирующей мотивации успешного выступления в соревновательном периоде.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения /Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов. – Медицина, 2000. – 295 с.
2. Жужгов, А.П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: автореф. дис. ... канд. биол. наук /А.П. Жужгов. 03.00.13- Казань, 2003. – 23 с.
3. Красноперова Т.В. Вариабельность сердечного ритма и центральная гемодинамика у высококвалифицированных спорт-сменов с разной активностью вегетативной регуляции: дис... канд. биол. наук / Т.В. Красноперова: 03.00.13 Ижевск, 2005. - 183 с.
4. Литвин Ф.Б., Аносов И.П., Асямолов П.О. и др. Сердечный ритм и система микроциркуляции у лыжников в предсоревновательном периоде спортивной подготовки // Вестник Удмуртского университета: Биология. Науки о Земле. Вып. 1. – С. 67-75.
5. 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.

ВЛИЯНИЕ СИМБИОЛА НА ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Литвин Ф.Б.*, Каленникова Н.Г.***, Жигало В.Я.***,
Пешкова Н.В.****

*Смоленская государственная академия физической культуры,
спорта и туризма, Смоленск

**Брянский государственный технический университет, Брянск,

***Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск,

****Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского, Брянск
bf-litvin@yandex.ru

SIMBIOL'S INFLUENCE ON VEGETATIVE ENSURING REGULATION OF THE WARM RHYTHM AT YOUNG ATHLETES

Litvin F. B. *, Kalennikova N.G. **, Zhigalo V.Y. ***, Peshkova N.V. ****

* Smolensk state academy of physical culture, sport and tourism,

** Smolensk Bryansk state technical university, Bryansk,

*** Bryansk state technical university, Bryansk,

**** Bryansk state university of the academician I. G. Petrovsky, Bryansk

Резюме. Представлены новые данные о влиянии биопродукта «Симбиол» на вегетативную регуляцию сердца по данным анализа вариабельности сердечного цикла. Выявлено усиление эритропоэза в условиях курсового приема «Симбиола».

Ключевые слова: сердечный ритм, биопродукт, лыжный спорт, эритропоэз, возраст.

Summary. Presents new data on the influence of bioproduct "Symbol" on autonomic regulation of the heart, according to the analysis of variability of cardiac cycle. The identified increase in erythropoiesis in the conditions of the course acceptance "Cymbiola".

Keywords: heart rate, bioproduct, skiing, erythropoiesis, age.

Введение. Нарастающее увеличение объемов и интенсивности физических нагрузок в детском спорте, ставит перед тренерским и медицинским персоналом вопросы поиска путей и способов расширения адаптационных возможностей организма, ускорения постнагрузочного восстановления, сохранения здоровья и спортивного долголетия юных спортсменов. Для мобилизации резервных возможностей растущего организма в условиях сверхинтенсивных нагрузок приемлемыми средствами являются естественные стимуляторы растительного или животного происхождения. Поэтому возникает необходимость в создании новых продуктов спортивного питания, способных быстро возместить энергетические и пластические затраты, способствовать скорейшему восстановлению физической работоспособности организма. В ООО «НПО ПРОБИО» (Брянск, Россия) создан новый продукт «Симбиол», который отвечает требованиям полезности для роста физической работоспособности, повышению устойчивости к стрессам и безопасности для здоровья. Ранее нами при добавлении «Симбиола» в питание штангистов получено повышение мышечной массы на фоне снижения жирового компонента, улучшение обмена веществ на уровне микроциркуляции крови и повышение сбалансированности вегетативной регуляции сердечного ритма[4].

Целью исследования было изучение адаптационных возможностей организма через выявление особенностей регуляции сердечного ритма и отдельных реологических характеристик крови у юных лыжников-гонщиков на подготовительном этапе годичного цикла при включении в питание продукта «Симбиол».

Методы В исследовании приняли участие 23 лыжника гонщика мужского пола в возрасте 13-16 лет, которые были распределены на две группы: контрольная (КГ) численностью 11 подростков и основная (ОГ) в составе 12 человек. Спортсмены ОГ на протяжении 21 дня употребляли «Симбиол». Схема применения следующая: 1-5 дни прием из расчета 0,5 г/кг массы тела. После приема двухдневный перерыв; с 8 по 12 дни доза 1 г/кг; второй перерыв 2 дня; с 15 по 19 дни доза 1,5 г/кг; третий перерыв 2 дня; с 22-го по 26 дни доза 1,5 г/кг массы тела. Спортсмены КГ по такой же схеме принимали в эквивалентной дозе плацебо. «Симбиол» получают способом микробиологической переработки молочных сывороток с использованием промышленных культур молочнокислых микроорганизмов и последующим низкотемпературным сгущением. Продукт содержит гидролизированный белок молочной сыворотки, олигопептиды и свободные аминокислоты, глюкозу, галактозу, лактаты, нуклеиновые кислоты, витамины С, Е, В₁, ₂, В₆, РР, бета-каротин, эргостерин, фолиевую кислоту, эндосомальные ферменты молочнокислых бактерий, микро- и макроэлементы, полисахариды. Технология получения белка молочной сыворотки влияет на его аминокислотный состав, перевариваемость, усвояемость, ретенцию и кинетические функции, оптимизирует белковую композицию рациона и, таким образом, улучшает метаболизм в организме. В продукте высокое содержание разветвленных аминокислот (валин, лейцин, изолейцин). Эти и ряд других содержащихся аминокислот обладают анаболическим эффектом и усиливают синтез мышечного белка, увеличивают тощую массу и метаболизм в скелетных мышцах [6]. Кроме этого аминокислоты с разветвленной цепью участвуют в утилизации молочной кислоты, что ускоряет восстановление организма в постнагрузочный период.

Для оценки состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы применяли вариационную пульсометрию по методике М.Р. Баевского [1]. Регистрацию сердечного ритма выполняли с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» («Рамена», РФ). Записывали сердечный ритм в течение 5 мин в покое до начала приема продукта и через 21 день после завершения курсового приема.

Общеклинический анализ крови проводили на базе Брянской городской поликлиники №4. Определяли концентрацию эритроцитов (RBC), содержание гемоглобина (HGB), гематокрит (HCT) и объем эритроцитов (MCU).

Таблица 1.

Динамика показателей variability сердечного ритма у юных лыжников-гонщиков после курсового приема «Симбиола» ($M \pm m$)

Показатель ВСП	Основная группа			Контрольная группа		
	Применение продуктов		достоверность	Применение плацебо		достоверность
	До	После		До	После	
Mx-Mn, мс	249,0±8,54	358,1±11,27	p<0,05	262,7±10,65	204,9±7,94	p<0,05
RMSSD, мс	44,6±3,09	77,1±7,52	p<0,05	40,5±3,22	32,5±2,76	p>0,05
SDNN, мс	55,4±4,19	84,8±8,94	p>0,05	51,1±4,63	43,8±3,18	p>0,05
pNN50, %	19,7±1,56	33,7±2,38	p<0,05	18,5±1,24	12,7±0,82	p<0,05
AMo, %	52,7±4,03	34,6±3,03	p>0,05	58,1±3,95	63,5±4,01	p>0,05
SI, усл. ед.	220,2±14,22	85,6±6,61	p<0,05	247,7±15,62	333,4±20,23	p<0,05
TP, мс	2855±390,4	3394±470,7	p<0,05	2781±245,12	2329±194,07	p>0,05
HF, мс	1171±75,9	1584±108,4	p<0,05	1054±64,53	809±52,11	p<0,05
LF, мс	1227±86,3	1684±139,0	p<0,05	1160±94,5	1248±122,8	p>0,05
VLF, мс	318±31,2	439±47,9	p<0,05	323±40,6	215±28,7	p<0,05
IC, усл. ед.	2,55±0,27	1,81±0,14	p<0,05	2,61±0,36	2,93±0,38	p>0,05

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование выполнено во время нахождения юных лыжников-гонщиков на сборах в летнем спортивном лагере. Испытуемые КГ и ОГ находились в одинаковых условиях проживания, питания, выполняли одинаковую по объему и интенсивности физическую нагрузку. После курсового приема «Симбиола» у юных лыжников статистически достоверно выросла активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС). Так, показатель MxDMn увеличился на 44%, RMSSD – на 75%, pNN50% - на 74%, HF – 35% (p<0,05) (табл.1). Установлено снижение активности симпатического звена ВНС, что отражается в статистически надежном уменьшении средних значений показателей AMo – на 53%, LF – на 16%, IC – на 40% (p<0,05). Максимальное снижение отмечается по интегральному показателю симпато-парасимпатического баланса SI - на 159% (p<0,05). Следует отметить, что ряд авторов рассматривают стресс-индекс как показатель функциональных возможностей человека и предлагают использовать для определения физической работоспособности наряду с традиционным PWC₁₇₀ [3,5]. За это время в КГ под воздействием физических нагрузок наблюдалось усиление активности центрального механизма управления сердечным ритмом. В результате трехнедельных тренировочных нагрузок у лыжников КГ достоверно увеличились характеристики симпатического звена ВНС. В частности показатель AMo вырос на 9%, LF - на 8%, IC – на 12%, а показатель преобладания активности центрального механизма над автономным (SI) увеличился на 41% (p<0,05). На фоне усиления централизации управления сердечным ритмом подавляется активность автономного контура регуляции с понижением показателей MxDMn на 28%, RMSSD – на 25%, pNN50% - на 50%, HF – 27%. Рост напряженности регуляторных процессов отражается на спектральных характеристиках. В частности, на 19% снижается суммарная величина спектра (TP). Выраженное доминирование центральных механизмов с включением в управление сердечным ритмом высших отделов мозга подтверждается резким снижением на 50% мощности VLF-волн (p<0,05).

В известной степени решение данной задачи зависит от реологических свойств крови. Наряду с анализом ВСР нами выполнены исследования по определению кислородтранспортных характеристик крови до и после употребления «Симбиола». Показано, что после курсового приема апробируемого продукта у спортсменов достоверно выросла на 7,4% концентрация эритроцитов, на 7,3% повысился гематокрит и на 7,1% увеличилось содержание гемоглобина (табл. 2).

Таблица 2.

Динамика реологических показателей крови у юных лыжников-гонщиков после курсового приема «Симбиола» (М±m)

Показатель ВСР	Основная группа			Контрольная группа		
	Применение продуктов		Досто- вер- ность	Применение плацебо		Досто- вер- ность
	До	После		До	После	
RBC, *10 ¹² , л	4,87±0,04	5,15±0,06	p<0,05	4,81±0,05	4,72±0,03	p<0,05
HGB, г/л	155,02±1,77	163,88±2,41	p<0,05	156,4±1,98	145,24±1,05	p<0,05
HCT, %	44,68±0,12	47,44±0,14	p>0,05	45,15±0,12	42,91±0,11	p>0,05
MCU, фл	90,45±0,05	91,50±0,06	p<0,05	90,67±0,04	89,14±0,03	p<0,05

Выявлено увеличение объема эритроцитов, что характерно для молодых эритроцитов[7]. В этой ситуации «Симбиол» может выступать «инициатором» эритропоэза, чему способствует наличие в его составе основных агентов образования эритроцитов – железо, фолиевая кислота и витамин В₁₂, а также кофакторов кроветворения – витамины В₂, В₆, С, Е, микроэлементы медь, селен, цинк, кобальт. В то время как у спортсменов КГ произошло снижение количества эритроцитов на 2,8%, гемоглобина – на 7,6% и гематокрит уменьшился на 7,1%. Отмечается снижение объема эритроцитов. Положительные сдвиги в реологии и вегетативной регуляции сердечного ритма после курсового приема биопродукта сопровождались улучшением от 4% до 6% результатов в кроссе на дистанции 2000 м и от 9% до 15% в катании на роллерах на отрезке 6000 метров.

Следует отметить, что в условиях рабочей гипоксии отдельные биологически активные вещества, входящие в состав «Симбиола» могут опосредованно участвовать в синтезе АТФ. Известно, что при образовании АТФ на втором этапе ион водорода от НАДН передается на коэнзим Q и цитохром b. В условиях гипоксии система может принимать ион водорода и через сукцинат [8]. В свою очередь, образование сукцината при гипоксии идет короткими путями из аспартата, глутамата, гамма-аминомасляной кислоты, аланина, которые в достаточном количестве содержатся в «Симбиоле».

Итак, в процессе исследования выявлена зависимость состояния механизмов регуляции сердечной деятельности и некоторых реологических свойств крови от биопродукта «Симбиол». Эта зависимость носит положительную направленность при которой формируется трофотропная функция, обусловленная ростом активности вагуса и улучшаются кислородтранспортные возможности крови, что отражает меньшую «цену» адаптации.

Выводы:

1. Уровень напряжения механизмов регуляции сердечной деятельности зависит от характера питания юных спортсменов. При использовании в качестве пищевой добавки «Симбиола» повышается автономность управления сердечным ритмом на фоне снижения централизации управления.

2. Курсовое применение «Симбиола» улучшает кислородтранспортные функции крови юных спортсменов.

3. Биологически активные вещества, входящие в состав «Симбиола» индуцируют рост физической работоспособности юных лыжников-гонщиков.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения /Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов. – Медицина, 2000. – 295 с.
2. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации. М.: Советский спорт, 2007. – 132 С.
3. Босенко А.И. Особенности регуляции сердечного ритма гимнастов при выполнении специфических нагрузок / Материалы V всероссийского симпозиума с международным участием: Вариабельность сердечного ритма: теоретически аспекты и практическое применение / отв. Ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – С. 219-227.
4. Быков А.Т., Литвин Ф.Б., Баранов В.В. и др. Оценка влияния молочной ферментативной сыворотки на морфофункциональный статус и работоспособность спортсменов при интенсивных физических нагрузках //Вопросы питания. – Т.85. - №3, 2016. – С. 111-119.
5. Дутов В.С., Северин А.С., Шастун С.А. и др. Динамика показателей сердечного ритма во время выполнения ступенчато возрастающей нагрузки на велоэргометре у обследуемых с различными уровнями физической работоспособности // Теория и практика физической культуры. – 1997. - №4. – С. 14-15.
6. Зилова И.С. Белковые компоненты в специализированных пищевых продуктах для питания спортсменов. //Вопросы питания Т. 83 -№ 3, 2014 – С. 133-135.
7. Мельников А.А., Викулов А.Д. Реологические свойства крови у спортсменов /А.А. Мельников, А.Д. Викулов – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2008. – 491 с.
8. Очерки спортивной фармакологии. Том 4. Векторы энергообеспечения / под редакцией Н.Н.Каркищенко и В.В.Уйба. М., СПб.: «Айсинг», 2014. - 296 с.

АНАЛИЗ ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЛЕГКОАТЛЕТОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ ШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ

Логинов С.И., Шимшиева О.Н.

Сургутский государственный университет, Сургут

logsi@list.ru

ANALYSIS OF CHAOTIC DYNAMICS OF PARAMETERS VARIABILITIES OF THE WARM RHYTHM OF ATHLETES IN THE CONDITIONS OF MODELLING OF PHYSICAL ACTIVITIES AT THE WIDTH MOVEMENTS

Logins C. And., Shimshiyeva O. N.

Surgut state university, Surgut

Резюме. В работе изучены особенности изменения спектральных характеристик вариабельности сердечного ритма до и после стандартизированной физической нагрузки (СФН) в виде 30 сек бега на месте при перелете из Сургута в Кисловодск на тренировочный сбор и обратно. Установлено, что наибольшая хаотичность параметров квазиаттракторов в 4-х мерном фазовом пространстве спектральных показателей вариационной пульсограммы до и после нагрузки у девушек выражена в Сургуте до отъезда и в Кисловодске перед отъездом, у юношей сразу после приезда в Кисловодск и перед отъездом домой. Организм девушек и юношей реагирует на СФН сменой ведущего параметра порядка LF на VLF. У юношей после приезда в Сургут ведущим параметром стал показатель HF.

Ключевые слова: хаотическая динамика, легкоатлеты, вариабельность сердечного ритма, широтные перемещения.

Summary. In work features of change of spectral characteristics of variability of a warm rhythm before the standardized physical activity (SPA) in the form of 30 sec. of running on the spot in case of flight from Surgut to Kislovodsk on a training camp and back are studied. It is established that the greatest randomness of parameters of quasiattractors in 4-dimensional phase space of spectral indicators of a variation pulsogramma before and after loading at girls is expressed in Surgut before departure and in Kislovodsk before departure, at young men right after arrival to Kislovodsk and before departure home. The organism of girls and young men reacts to SFN change of the leading parameter of an order of LF with VLF. Young men after arrival to Surgut the leading parameter had HF indicator.

Keywords: chaotic dynamics, athletes, variability of a cordial rhythm, the width movements.

Введение. Влияние моделируемых физических нагрузок в различных условиях, принято чаще всего оценивать с позиций детерминизма и стохастики, поскольку на коротких временных отрезках реакции организма на воздействие носят линейный, дозозависимый характер [9]. С другой стороны, с позиций теории хаоса и самоорганизации сложных систем (complexity), организм спортсмена является сложной биологической системой с хаотической динамикой поведения, которую, предпочтительно изучать с помощью метода многомерных фазовых пространств состояний и расчета матриц межаттракторных расстояний [3]. Спорт высоких достижений требует регулярного выполнения значительных объемов физических нагрузок [4]. На сибирском Севере РФ (в Югре) физические нагрузки сочетается с воздействием неблагоприятных природно-климатических факторов, которые создают дискомфортные условия для проживания [5, 6]. Такое сочетание вынуждает легкоатлетов Ханты-Мансийского автономного округа периодически выезжать на Юг России для проведения учебно-тренировочных сборов. Но, при перемещении в другие географические широты с иными климатическими условиями организм спортсменов претерпевает серьезные физиологические изменения, которые на сегодняшний день изучены недостаточно [7], что и определяет актуальность настоящего исследования.

Цель работы состоит в том, чтобы с позиций теории хаоса и самоорганизации сложных систем изучить особенности влияния дозированной физической нагрузки на организм спортсменов при широтном перемещении с использованием метода оценки вариабельности сердечного ритма и расчёта матриц межаттракторных расстояний.

Методы. В исследовании приняли участие 15 девушек и 15 юношей в возрасте 15-18 лет, специализирующихся в спринтерских видах легкой атлетики. Все спортсмены входят в состав сборной ХМАО-Югры и имеют квалификацию 1-2 спортивного разрядов. Временные и спектральные характеристики вариабельности сердечного ритма (ВСР) до и после стандартизированной физической нагрузки (СФН) в виде 30 сек интенсивного бега на месте с высоким подниманием бедра изучали с помощью пульсоксиметра «ЭЛОКС-01С2» (Самара, РФ). Пульсограмму регистрировали в течение 5 минут в положении сидя в состоянии относительного покоя и после СФН. Всего было получено 4 кластера данных, обозначенных нами как СО (Сургут-отъезд), КП (Кисловодск-приезд), КО (Кисловодск-отъезд) и СП (Сургут-приезд). Полученные данные обрабатывали методом многомерных фазовых пространств по [2].

Анализировали динамику параметров спектральной характеристики в 4-х мерном фазовом пространстве состояний (ФПС), где X_1 – VLF (спектральная мощность волн в очень низкочастотном диапазоне), X_2 – LF (мощность волн низкочастотном диапазоне), X_3 – HF (мощность волн в высокочастотном диапазоне); X_4 – LF/HF (показатель ваго-

симпатического баланса) и динамику интегрально-временных параметров в 5-ти мерном ФПС, где X_1 – SpO_2 (насыщение гемоглобина кислородом, X_2 – СИМ (активность симпатического отдела ВНС), X_3 – ПАР (активность парасимпатического отдела ВНС), X_4 – ИНБ (индекс напряжения Баевского), X_5 – ЧСС.

Таблица 1

Матрицы межаттракторных расстояний между центрами хаотических квазиаттракторов (Z_{ij} , у.е.) вектора состояния организма юношей и девушек по результатам измерения спектральных характеристик variability сердечного ритма в 4-мерном фазовом пространстве состояний в покое и после дозированной физической нагрузки (СФН)

Расстояние между хаотическими центрами		Девушки, покой			
		СО	КП	КО	СП
Юноши, покой	СО	2409	3228	2700	6207
	КП	6282	3373	3237	10320
	КО	2379	4394	3461	5508
	СП	12286	10464	8521	15709
Расстояние между хаотическими центрами		Девушки после СФН			
		СО	КП	КО	СП
Юноши после СФН	СО	5302	5535	11655	11433
	КП	4905	8986	14852	14823
	КО	3397	6725	10461	10538
	СП	20903	21233	30921	30756

Условные обозначения: СО – Сургут отъезд, КП – Кисловодск приезд, КО – Кисловодск отъезд, СП – Сургут приезд.

Проба с СФН сопровождалась увеличением расстояний между хаотическими центрами после перелета в Кисловодск с 5302 до 8986 у.е. В конце учебно-тренировочного сбора изменения произошли так же в сторону увеличения (8986-10461 у.е.), после возвращения расстояние между хаотическими центрами возросло в 3 раза (10461-30756 у.е.) (табл. 1). В данной ситуации явно просматривается увеличение расстояний между хаотическими центрами квазиаттракторов от перелета к перелету, что может свидетельствовать о различных гендерных реакциях на перелет как в условиях физиологического покоя, так и при после проведения СФН при широтном перемещении.

Сравнительный анализ межаттракторных расстояний между хаотическими центрами КА ВСО юношей и девушек по измерениям интегрально-временных параметров variability сердечного ритма в 5-мерном фазовом пространстве показал, что при перелете в Кисловодск расстояние уменьшилось с 68,1 до 40,3 у.е.

В конце учебно-тренировочного сбора оно увеличилось приблизительно в 3 раза (40,3-152,5 у.е.), а при перелете обратно в Сургут уменьшилось в 3 раза (152,5-51,1 у.е.) (табл. 2).

После проведения СФН в разных местах пребывания расстояние между хаотическими центрами КА ВСО юношей и девушек при перелете в Кисловодск незначительно увеличилось (29,2-35,2 у.е.), в конце учебно-тренировочного сбора при проведении аналогичной нагрузки расстояние между центрами КА уменьшилось в 7 раз (35,2-4,7 у.е.), что свидетельствует об уменьшении хаотичности системы после физической нагрузки. После проведения нагрузки сразу после приезда в Сургут расстояние между центрами хаотических КА увеличилось в 3 раза (4,7-12,8 у.е.) (табл. 2).

Таблица 2

Матрицы межаттракторных расстояний между центрами хаотических квазиаттракторов (Z_{ij} , у.е.) вектора состояния организма юношей и девушек по результатам измерения интегрально-временных параметров variability сердечного ритма в 5-мерном фазовом пространстве состояний в покое и после стандартизированной физической нагрузки (СФН)

Расстояние между хаотическими центрами		Юноши, покой			
		СО	КП	КО	СП
Девушки, покой	СО	68,1	75,2	68,5	73,
	КП	33,1	40,3	33,6	38,9
	КО	152,0	159,	152,5	157,5
	СП	56,2	49,1	56,1	51,1
Расстояние между хаотическими центрами		Юноши после СФН			
		СО	КП	КО	СП
Девушки после СФН	СО	29,2	46,5	88,0	143,6
	КП	109,5	35,2	8,6	62,1
	КО	111,5	37,5	4,7	59,5
	СП	160,5	86,4	45,4	12,8

Условные обозначения те же, что в табл. 1.

Обсуждение. Метод расчета матриц межаттракторных расстояний представляет собой анализ параметров функций организма группы испытуемых, находящихся в одинаковом состоянии, но подвергающихся воздействию стандартной нагрузки в изменяющихся условиях внешней среды. Эти параметры составляют наборы (компартменты) диагностических признаков в пределах одной фазовой координаты X_i из набора всех координат m -мерного фазового пространства с одинаковыми диагностическими характеристиками. При этом каждый человек со своим набором признаков (компоненты ВСО данного человека) задается точкой в этом фазовом пространстве состояний (ФПС) так, что группа испытуемых составляет некоторое «облако» (квазиаттрактор) в ФПС. Возникают разные расстояния Z_{kf} – (k и f номера групп испытуемых между хаотическими центрами квазиаттракторов (КА), что в итоге формирует матрицу Z . Эта матрица задает все возможные расстояния между хаотическими центрами квазиаттракторов, описывающих расстояния в группах обследуемых (например, юношей или девушек легкоатлетов). Полученные расстояния являются интегративной мерой оценки состояния показателей variability сердечного ритма спортсменов, находящихся в различных широтных условиях, в разных группах по половому признаку или других различиях в состоянии среды и функций организма. В соответствии с вышесказанным нами выполнены сравнительные исследования, позволяющие определить половые различия по спектральным и интегрально-временным параметрам КА вектора состояния организма молодых спортсменов. Нами показано, что ведущим параметром порядка, который существенно влияет на поведение вектора спектральных характеристик ВСР в ХМАО, является показатель LF, отражающий активность симпатических центров продолговатого мозга, реализующихся преимущественно за счет импульсов от верхнего грудного симпатического ганглия. После приезда на учебно-тренировочный сбор, ведущим параметром порядка стал показатель VLF, отражающий активность центральных эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма. В ситуации меняющихся внешних условий, эрготропная система обеспечивает гомеостаз организма в период активной физической деятельности в новых условиях. Таким образом, можно предположить, что данные механизмы регуляции направлены на

сохранение относительного постоянства внутренней среды организма. В начале и по окончании сбора VLF являлся ведущим параметром порядка, а по приезде домой стал еще более выраженным показателем, изменяющим систему спектральных характеристик в целом. Известно, что физические упражнения спортсменов опосредованы адаптивными реакциями вегетативной нервной системы (ВНС). Направленность этих реакций можно использовать для управления функциональным состоянием организма. У бегунов различные адаптации ВНС, обеспечивающие тренировочный процесс, дозависимо связаны с величиной симпатической активности, а величина LF колебаний ВСР на пике тренировочной нагрузки может предсказывать спортивный результат в группе спортсменов[9].

Выводы. Наибольшая хаотичность параметров квазиаттракторов в 4-х мерном фазовом пространстве спектральных показателей вариационной пульсограммы до и после нагрузки у девушек выражена в Сургуте до отъезда и в Кисловодске перед отъездом, а у юношей сразу после приезда в Кисловодск и перед отъездом домой. У юношей к концу сбора также произошла смена ведущего параметра порядка LF на VLF. После приезда в Сургут ведущим параметром стал показатель HF, связанный с дыхательным ритмом и отражающий повышение активности блуждающего нерва, снижающего возбудимость проводящих волокон.

В дальнейших исследованиях необходимо провести измерения параметров ВСР до СФН в условиях ортопробы в соответствии с современным протоколом анализа.

Таким образом, можно заключить, что организм юношей реагирует на широтное перемещение мобилизацией функциональных резервов. Смена ведущего параметра на HF у юношей так же свидетельствует о переключении в режим восстановления, растет адаптационный потенциал.

Список литература:

1. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А. Ставрополь, 2002. 112 с.
2. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Козлова В.В., Филатов М.А. Измерение параметров динамики микрохаоса в поведении реальных биосистем. // Метрология. 2012. N7. С. 39-48.
3. Еськов В.М., Ушаков В.Ф., Ефимова О.В., Конрат О.Н. Матрицы межаттракторных расстояний в оценке эффективности лечения больных с микст-патологией, постоянно проживающих в условиях Севера // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2013. Т. 12, N 2. С. 373-378.
4. Исаев А.П., Эрлих В.В. Спорт и Среднегорье. Моделирование адаптивных состояний спортсменов: Монография. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ. 2013. 425с.
5. Логинов С.И., Еськов В.М., Мальков М.Н., Снигирев А.С. Оценка хаотической динамики поведения физиологических параметров организма человека после динамической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. XVI, N2. С. 28-30.
6. Русак С.Н. Оценка хаотической динамики параметров квазиаттракторов м-тео-состояний экологической среды в m-мерном пространстве на примере двух территориальных образований // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. XX, N2. С. 213-215.
7. Loginov S.I., Shimshieva O.N. Effect of exercise on the parameters of HRV power spectrum of track and field athletes at latitudinal relocation // Theory and Practice of Physical Culture and Sport, 2015. N8. S. 83-86.
8. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена // Прикладная спортивная наука. 2015. N 2. С. 115-125.
9. Manzi V., Iellamo F., Impellizzeri F., D'Ottavio S., Castagna C. Relation between individualized training impulses and performance in distance runners // Med. Sci. Sports Exerc. 2009. V. 41. N 11. P. 2090-2096. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a6a959.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ БОРЦОВ ВОЛЬНОГО СТИЛЯ

Лопсан А.Д., Будук-оол Л.К.-С.

ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл
aldynaild@mail.ru

VARIABILITY OF THE RHYTHM OF HEART AND VEGETATIVE REGULATION OF FIGHTERS OF FREESTYLE

Lopsan A. D., Buduk-ool L. K. - S.

The Tuva state university, Kyzyl

Резюме. Исследование ВРС позволяет оценить текущее функциональное состояние и степень тренированности у лиц, ведущих активный образ жизни. Была изучена вариабельность ритма сердца и вегетативной регуляции борцов вольного стиля в сравнении с юношами, не занимающимися спортом, в состоянии покоя и активных пробах различной мощности. Установлено, что в исходном состоянии у борцов наблюдалось преобладание парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы, при проведении нагрузочных проб – нарастание активности симпатического отдела ВНС, что рассматривается как адаптационная реакция в ответ на различные стрессорные воздействия и мобилизацию резервов. У юношей, не занимающихся спортом, при увеличении нагрузки усиливаются симпатические влияния.

Ключевые слова: борцы, вариабельность ритма сердца, вегетативная регуляция, физические нагрузки.

Summary. The study of HRV allows to assess the current functional status and the degree of fitness in individuals leading an active lifestyle. We studied the heart rate variability and autonomic regulation of wrestlers compared to the young men not involved in sports, in quiescent and active samples of various capacities. It is established that in the initial state wrestlers have observed the predominance of parasympathetic tone of the autonomic nervous system during the stress tests – the increase in the activity of the sympathetic division of the ANS that is considered as an adaptive reaction in response to different stress influences, and the mobilization of reserves.

Key words: wrestlers, variability of the heart rate, autonomic.

Введение. Определение вариабельности ритма сердца (ВРС), показатели которой отражают вегетативный баланс и функциональные резервы механизмов его управления[2], представляется особенно важным для исследования влияния спортивных физических нагрузок различной направленности на регулирование и адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы. Нарушение вегетативной регуляции служит ранним признаком ухудшения адаптации к нагрузкам и влечет за собой снижение работоспособности[3].

Недостаточность исследований, посвященных изучению ВРС тувинских юношей – борцов вольного стиля, обуславливает актуальность данной темы, что и определило выбор направления исследования. Цель исследования – изучить вариабельность ритма сердца и вегетативную регуляцию тувинцев-борцов вольного стиля при адаптации к физическим нагрузкам.

Материалы и методы. В исследовании участвовали тувинские юноши в возрасте от 17 до 21 года – обучающиеся 1-2 курсов средних профессиональных учебных заведений: борцы-разрядники вольного стиля училища олимпийского резерва (n=16) с тренировочными занятиями 12 часов в неделю; группа юношей строительного техникума,

не занимающихся спортом, (КГ – контрольная группа) (n=22), занятия по физкультуре 2 часа в неделю. Обследование проводили в весенний период, в первой половине дня.

Регистрировали ВРС в покое в положении сидя 5 мин, далее без предварительной разминки выполнялись поочередно две нагрузки (60-70 об./мин) мощностью 50 и 100 Вт по 5 мин каждая с интервалом отдыха в 5 мин, в течение которого записывали ВРС. Нагрузку проводили на велоэргометре (ВЭМ) «Proteus PЕС-7097» (производство Германия), анализ ВРС проводили на аппаратно-программном комплексе «ВНС-Микро» фирмы «НейроСофт» (г. Иваново). Использовали методы временного и спектрального анализа ВРС. При интерпретации полученных результатов ВРС ориентировались на нормативные величины. Статистическая обработка полученных данных выполнена в программе Statistica 6.0. Проверку на нормальность проводили с использованием W-критерия Шапиро-Уилка. Полученные данные представлены в виде среднего арифметического (М) и стандартной ошибки среднего (m). Достоверность различий оценивалась по t-критерию Стьюдента. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Временной анализ позволил выявить у борцов в сравнении с КГ достоверно высокие показатели SDNN и CV при нагрузке 50 Вт (табл. 1).

Показатель RRNN у борцов выше нормы, достоверно увеличивается при нагрузках и в КГ, и у борцов. SDNN в покое и при проведении ВЭМ-пробы у обеих групп находится в пределах нормы. Уменьшение SDNN при нагрузках в КГ связано с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура.

Таблица 1

Временные характеристики
(в положении сидя и ВЭМ-пробах 50 и 100 Вт) (М±m)

	КГ			Борцы		
	покой	50 Вт	100 Вт	покой	50 Вт	100 Вт
RRNN, мс	795,50± 24,76	769,72± 25,68 [#]	673,90± 29,05	833,06± 26,06	812,43± 27,20 [#]	595,43± 69,04
SDNN, мс	55,77± 4,13	54,27± 3,90*	54,09± 4,39	68,25± 5,25	72,18± 7,20	60,37± 4,98
RMSSD, мс	45,36± 5,78	40,77± 5,09	34,09± 6,41	55,00± 5,94	62,56± 11,52	38,37± 5,14
pNN50, %	51,83± 30,00	18,90± 3,89	10,91± 3,58	21,37± 3,63	21,05± 3,37	12,91± 3,31
CV, %	6,90± 0,41	6,51± 0,40* [#]	7,91± 0,48	8,00± 0,50	9,32± 0,97	8,09± 0,51

Примечание: * — достоверность различий между группами при $p < 0,05$; [#] – достоверность различий между нагрузками 50 и 100 Вт.

Показатель RRNN у борцов выше нормы, достоверно увеличивается при нагрузках и в КГ, и у борцов. SDNN в покое и при проведении ВЭМ-пробы у обеих групп находится в пределах нормы. Уменьшение SDNN при нагрузках в КГ связано с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура. У борцов показатель SDNN при нагрузке 50 Вт увеличивается, а при 100 Вт уменьшается ниже значения состояния покоя, что указывает сначала на усиление парасимпатического влияния ВНС, а затем при повышении нагрузки – на активизацию симпатического отдела, обеспечивая адаптационную реакцию в ответ на физическую нагрузку.

На активность звена парасимпатической регуляции в покое у борцов также указывает и высокий показатель RMSSD, который тем выше, чем активнее парасимпатическое влияние. рNN50 в КГ в покое выше нормы и резко снижается при проведении ВЭМ-пробы, что указывает на снижение активности парасимпатической нервной системы. Коэффициент вариации (CV) в КГ в покое находится в пределах нормы (5-7%) и снижается при нагрузке 50 Вт, достоверно повышается при увеличении нагрузки. У борцов CV выше нормы, и при нагрузках наблюдается обратная тенденция в сравнении с КГ.

Таблица 2

Спектральные характеристики
(в положении сидя и ВЭМ-пробах 50 и 100 Вт) (M±m)

	КГ			Борцы		
	покой	50 Вт	100 Вт	покой	50 Вт	100 Вт
TP, мс ²	3826,27± 466,09	3802,81± 426,62*	4301,77± 522,22	5307,75± 654,88	6305,31± 1014,90	4877,75± 634,01
VLF, мс ²	1624,36± 232,92	1686,22± 201,28 [#]	2530,50± 324,17	1982,68± 302,83	3049,68± 626,96	2852,31± 391,42
LF, мс ²	1258,86± 172,00*	1291,81± 186,04*	1085,63± 219,57	2161,68± 318,61	2215,06± 285,89 [#]	1425,00± 246,73
HF, мс ²	943,04± 239,33	824,00± 180,27	685,77± 196,02	1163,25± 208,11	1040,68± 221,24	600,37± 141,85
LF,n.u.	63,75+ 4,06	65,90+ 4,25	69,00+ 4,20	67,05+ 3,65	67,31+ 3,74	72,60+ 3,11
HF,n.u.	36,24+ 4,06	34,13+ 4,24	30,98+ 4,20	32,95+ 3,64	32,68+ 3,74	27,40+ 3,11
LF/HF	2,58±0,38	2,99±0,46	3,95±0,73	2,97±0,65	3,75±1,24	3,27±0,38
% VLF	43,59± 3,90	46,59± 3,66 [#]	62,90± 4,23	37,37± 3,15	44,25± 3,56 [#]	58,75± 3,77
%LF	34,50± 2,85	33,31± 2,75 [#]	23,95± 2,93	41,06± 2,74	39,25± 2,88 [#]	29,00± 2,27
%HF	21,72±3,32	20,00±3,43	13,09±2,93	21,56±2,82	16,43±1,94	12,25±2,45

Примечание: * — достоверность различий между группами при p<0,05; [#] — достоверность различий между нагрузками 50 и 100 Вт.

Анализ спектральных характеристик представлен в таблице 2. Показатель общей мощности спектра (TP) в покое в обеих группах указывает на парасимпатический тип регуляции, причем TP у борцов выше, чем в КГ. При проведении ВЭМ-пробы мощности в 50 Вт в КГ TP не изменяется, а при дальнейшем увеличении нагрузки повышается, вероятно, это указывает на активацию симпатического отдела ВНС. У борцов наблюдается обратный процесс – увеличение TP при нагрузке 50 Вт и дальнейшее его снижение при 100 Вт, что, вероятно, указывает на более совершенные механизмы адаптации к физическим нагрузкам. Значения VLF-колебаний в обеих группах выше нормы указывает на энергодефицитное состояние организма. При ВЭМ-пробах в КГ наблюдается умеренное статистически значимое повышение данного показателя, что также свидетельствует о более высокой «цене» адаптации к нагрузкам лиц с отсутствием тренированности организма.

У борцов показатель VLF сначала повышается и затем снижается, что говорит о более совершенных механизмах адаптации тренированного организма. %VLF в обеих группах с увеличением нагрузки достоверно повышается. Преобладание волн в области низких частот (LF-компонент) у обеих групп отражает влияние со стороны симпатиче-

ского отдела ВНС. КГ имеет достоверно низкие значения LF-компонента в покое и при нагрузке 50 Вт по сравнению с борцами, причем LF% достоверно снижается с увеличением нагрузки. У борцов также с увеличением нагрузки наблюдается достоверное снижение LF-компонента. По мнению некоторых исследователей, LF-компонент может отражать как симпатические, так и парасимпатические влияния [5, 6].

Выводы. В группе борцов выявлено преобладание парасимпатического типа регуляции ВНС. В КГ при увеличении нагрузки усиливаются симпатические влияния, указывающие на более низкие приспособительные возможности, являющиеся признаками больших энергозатрат регуляторных систем организма на поддержание гомеостаза, что свидетельствует о более высокой «цене» адаптации к нагрузкам.

Список литературы:

1. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65-87.
2. Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Волковская И.В. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Анналы аритмологии. 2009. № 4. С. 21-32.
3. Капилевич Л.В., Давлетьярова К.В., Кошельская Е.В., Бредихина Ю.П., Андреев В.И. Физиологические методы контроля в спорте. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. 172 с.
4. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. 2-е изд., перераб. и доп. Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 с.
5. Степанова Г.К., Дмитриева С.М., Устинова М.В. Особенности вегетативного управления сердечным ритмом у юношей-якутов // Бюллетень СО РАМН. 2009. № 6 (140). С. 61-66.
6. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Circulation. 1996;93: 1043-1065.

ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ ЭКГ У АБОРИГЕНОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Лоскутова А.Н., Максимов А.Л.

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан
arktika@online.magadan.su

INDICATORS OF VARIABILITY OF THE CORDIAL RHYTHM AND VARIANCE MAPPING OF A ECG AT NATIVES OF THE MAGADAN REGION

Loskutova A. N., Maximov A. L.

Arctic research center of the FEB RAS, Magadan

Резюме. В работе проведен анализ показателей вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ (ДК ЭКГ) у молодых представителей коренных малочисленных народов Севера (аборигенов) с учетом исходного типа вегетативной регуляции. Результаты дисперсионного картирования ЭКГ свидетельствуют о преобладании нормативных значений или начальных (пограничных) тенденциях изменения де- и реполяризации сердца. Показано, что особенности низкоамплитудных колебаний временных интервалов кардиоцикла между группами обследования с ваготонией и симпатотонией связаны с процессами деполяризации предсердий [1-3, 5, 6].

Ключевые слова: аборигены, вариабельность сердечного ритма, исходный тип вегетативной регуляции, дисперсионное картирование ЭКГ.

Resume. In the paper, the indices of heart rate variability and ECG dispersion mapping observed in young scanty indigenous residents of the North were analyzed. In the analysis, the original types of the examinees' autonomic regulation were taken into account. The ECG dispersion mapping proceedings resulted in prevalence of normal or early (borderline) tendencies towards cardiac de- and repolarization. Found that, the profiles of low amplitude frequencies of cardiocycle time intervals between the examined vagotonic or sympathetic subjects had been connected with the processes of auricular depolarization.

Keywords: Indigenes, heart rate variability, original type of autonomic regulation, ECG dispersion mapping

Цель исследования. Определение частотных значений временных вариаций показателей дисперсионного картирования ЭКГ у аборигенов (эвены, коряки) Магаданской области с исходным ваготоническим и симпатотоническим типами вегетативной регуляции.

Методы исследования. В исследовании приняли участие 100 школьников мужского пола в возрасте 16–18 лет из числа коренных малочисленных народов Севера – аборигены (эвены и коряки). Согласно анкетному опросу, школьники не имели жалоб и хронических заболеваний в анамнезе. В первой половине дня у них, после предварительного отдыха лежа на кушетке, осуществлялась синхронная запись вариабельности сердечного ритма (BCP) и дисперсионного картирования ЭКГ (ДК ЭКГ) с использованием аппаратно-программного комплекса «БК 2.5-Варикард» и «КардиоВизор-06с».

При записи BCP руководствовались методическими рекомендациями группы российских экспертов[1]. Преобладающий тип вегетативной регуляции определяли, принимая во внимание диапазоны величин SI (стресс-индекса), AMo50 (амплитуды моды) и MxDMn (разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов). С учетом поставленной цели данной работы, из всей совокупности значений показателей BCP было сформировано 2 группы: 22 чел. с преобладанием парасимпатической активности – ваготония ($25 < SI < 50$ усл. ед.; $AMo50 < 30\%$; $500 > MxDMn > 300$ мс) и 26 чел. с симпатической активностью – симпатотония ($350 > SI > 150$ усл. ед.; $AMo50 > 50\%$; $MxDMn < 150$ мс). Лица, имеющие промежуточные типы вегетативной регуляции, характеризующиеся ваго-нормотоническим и симпато-нормотоническим исходным тонусом, из этого исследования исключались.

Для контроля тенденций изменения дисперсионных характеристик оценивали значения низкоамплитудных колебаний во временных интервалах PQRST-комплекса, индикатора «Миокард», «Ритм» и «Код детализации». Индикатор «Миокард» и «Ритм» при отсутствии значимых отклонений не превышает 15%, с увеличением значений возрастает вероятность начальных и пограничных признаков дисфункций в миокарде. Эти изменения в индикаторе «Код детализации» подробно описывают степень выраженности и локализации электрофизиологических нарушений в миокарде предсердий и желудочков в фазы де- и реполяризации в следующих символических обозначениях: деполяризация правого и левого предсердия (G1–G2), деполяризация правого и левого желудочков (G3–G4), реполяризация правого и левого желудочков (G5–G6), симметрия деполяризации (G7), наличие внутрижелудочковых блокад (G8) и гипертрофии желудочков (G9). Значения, равные «0», свидетельствуют о норме, а обозначения «S» и «L» – о начальных (пограничных) изменениях дисперсионных отклонений в соответствующем участке миокарда. С увеличением значений возрастает вероятность выраженности электрофизиологических нарушений [4].

Статистическая обработка производилась с использованием программы «STATISTICA 6» непараметрическими методами: критерий Манна-Уитни (U). Для всех количественных признаков в сравниваемых группах производилась оценка медиан (Me) и

интерквартильной широты (25-й; 75-й процентиль). Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице представлены данные ВСП обследуемых групп, из которых видно, что самые высокие показатели M_0 , M_{xDMn} , $SDNN$, TP , HF , LF и VLF наблюдаются у подростков с ваготонией. В суммарной мощности спектра преобладает HF-составляющая ($HF > LF > VLF$), что согласуется с адаптационно-трофическим защитным действием влияния блуждающих нервов на сердце [7]. В группе с симпатотонией по аналогичным показателям наблюдаются минимальные значения, а по $AMo50$ и SI – максимальные по отношению к группе с ваготонией, $p < 0,01$. Полученные данные подтверждают факт снижения показателей ВСП при увеличении централизации управления сердечным ритмом [1–3, 6]. Регуляцию синусового узла с подключением центральных механизмов возможно считать физиологической нормой, которая, однако, поддерживается повышенным напряжением регуляторных механизмов. При этом стабильное сохранение данного состояния связывают с неблагоприятными прогнозами [1–3, 6].

Результаты дисперсионного картирования сердца показывают, что значимые различия в группах обследования связаны с интервалом QT-комплекса, который был больше при ваготонии – 384 мс, чем при симпатотонии – 345 мс, соответственно. Анализ кода детализации, отражающего особенности де- и реполяризации предсердий и желудочков у обследуемых, свидетельствует о том, что эти изменения связаны с процессами деполяризации предсердий (G1–G2).

Так, в группе с ваготонией чаще отмечаются сходства с эталонами патологии, которые сочетаются с выраженным уменьшением потенциалов деполяризации в правых отделах предсердия (12–13 ед.), чем в группе обследуемых с симпатотонией. Такие изменения при ваготонии характеризуются удлинением QT-комплекса и могут при нарушении синхронизации являться признаками мерцания предсердий. При этом в каждой из типизированных групп наблюдается одинаковая встречаемость лиц (8 чел.) с умеренным уменьшением потенциалов возбуждения в процессе деполяризации левого предсердия (4 ед.). Отметим, что у большинства обследуемых (более 60%) значения соответствовали норме и невыраженным отклонениям дисперсионных характеристик в сторону пограничных состояний в границах нормы – «S» и «L». Анализ кода детализации по G3–G8 не выявил отклонений от нормы. В то же время наличие дисперсионных отклонений по G9 свидетельствует о тенденции изменений на уровне умеренной и комбинированной электрической активности в желудочках и начальных признаках гипертрофии при симпатотонии (6 из 26 чел.) и ваготонии (3 из 22 чел.), соответственно.

При всех вышесказанных особенностях ДК ЭКГ в группах с ваготонией и симпатотонией индикатор «Миокард», который является главным маркером клинической интерпретации скрининг-заключения и дает суммарную оценку отклонений от нормы (100%), не превышает 16% (75-й процентиль). Это может указывать на начальные (пограничные) изменения электрофизиологических процессов в сердце у анализируемых групп сравнения. По индикатору «Ритм» в группе с симпатотонией значения находятся в диапазоне 22–35%, превышая на 10–12% значения, характерные для группы с ваготонией, $p < 0,05$. Согласно методическим рекомендациям, повышенные значения индикатора «Ритм» свидетельствуют о нахождении организма в постоянном состоянии напряжения регуляторных систем, что согласуется с данными ВСП обследуемых с симпатотонией.

Таким образом, дисперсионное картирование сердца у обследуемых с ваготонией и симпатотонией свидетельствует о преобладании нормативных значений или начальных (пограничных) тенденциях изменения в де- и реполяризации сердца. При этом между сравниваемыми группами различия наблюдаются по значениям амплитуды мик-

роколебаний длительности деполяризации правого предсердия, значения которых были больше при ваготонии и в индивидуальных случаях могут ошибочно расцениваться как состояния, характерные для процессов мерцания предсердий. Подчеркнем, что при ваготонии и симпатотонии встречаются умеренные признаки гипертрофии желудочков, генезис которых неясен и требует контроля динамики изменений на фоне нагрузочных проб, что является целью нашего дальнейшего исследования.

Таблица

Показатели вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ у аборигенов Магаданской области, Ме (25-й; 75-й процентиль)

Изучаемые показатели	Группы обследования	
	Ваготония, n=22	Симпатотония, n=26
ЧСС, уд./мин	68 (60; 71)	85 (77; 88)*
Мо, мс	894 (850; 935)	700 (680; 746)*
АМо50, %	28 (25; 31)	57 (54; 62)*
МхDMn, мс	364 (340; 380)	181 (168; 206)*
SDNN, мс	71 (64; 76)	34 (32; 38)*
SI, усл. ед.	42 (39; 49)	222 (174; 260)*
TP, мс ²	4403 (3638; 5274)	1177 (1064; 1612)*
HF, мс ²	1584 (1424; 1908)	323 (246; 376)*
LF, мс ²	1476 (1151; 1625)	423 (315; 584)*
VLF, мс ²	662 (430; 820)	226 (170; 348)*
Индикатор «Миокард», %	15 (14; 16)	15 (8; 16)
Индикатор «Ритм», %	16 (10; 23)	26 (22; 35)*
Длина PQ, мс	140 (130; 153)	144 (138; 152)
Длина QT, мс	384 (367; 420)	345 (329; 380)*
Длина P, мс	110 (90; 117)	114 (106; 120)
Длина QRS, мс	76 (72; 82)	75 (70; 82)

Примечание: * – достоверные различия между группами, $p < 0,05$.

Список литературы.

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65–87.
2. Баевский Р.М., Лучицкая Е.С., Фунтова И.И., Черникова А.Г. Исследования вегетативной регуляции кровообращения в условиях длительного космического полета // Физиология человека. 2013. Т. 39, № 5. С. 42–52.
3. Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В. Варианты ЭЭГ-реакций при выполнении курса БОС-тренингов у подростков в зависимости от исходного вегетативного тонуса // Экология человека. 2012. № 3. С. 16–22.
4. Программное обеспечение для скрининговых исследований сердца КардиоВизор-Обс. Руководство пользователя: Медицинские компьютерные системы, 2004. – 68 с.
5. Рябыкина Г.В., Вишнякова Н.А., Блинова Е.В. и др. Возможности метода дисперсионного картирования ЭКГ для оценки распространенности сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2010. 9 (3). С. 98–105.

6. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск : Изд-во Удмурт. ун-та, 2009. – 259 с.

7. Hayano J., Yasuma F., Okada A. et al. Respiratory sinus arrhythmia. A phenomenon improving pulmonary gas exchange and circulatory efficiency // Circulation. 1996. 94 (4). P. 842–847.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ГРУППОЙ КРОВИ

Макарьин В.В.

Ярославский государственный технический университет, г.Ярославль

vfak@yandex.ru

RESEARCH OF IMPACT OF CONSTANT MAGNETIC FIELD ON PEOPLE WITH VARIOUS BLOOD TYPE

Makaryin V. V.

Yaroslavl state technical university, Yaroslavl

Резюме. Методом кардиоинтервалометрии исследована регуляция сердечного ритма при воздействии магнитного поля на людей с различной группой крови. Выявлено, что люди с I и II группами крови наиболее устойчивы к магнитному воздействию. Наиболее уязвимыми к магнитному воздействию оказались люди с III-ей группой крови.

Ключевые слова: магнитное и электро магнитное поле, группа крови, сердечный ритм.

Abstract. Regulation of an cardiorhythm at influence of a magnetic field on people with various group of blood by the method of cardiointervalometric is investigated. It is revealed, the people who has I and II groups of blood are steadiest against magnetic influence. The people of III group of blood appeared the most vulnerable to magnetic influence.

Keywords: magnetic and electro magnetic field, blood type, cordial rhythm.

Введение. С развитием энерговооруженности современного общества загрязнение окружающей среды магнитными (МП) и электромагнитными (ЭМП) полями постоянно возрастает. Источниками этих полей являются всевозможные электробытовые, промышленные приборы и установки, ЛЭП, компьютеры, телевизоры, сотовые телефоны и даже медицинское оборудование.

Интерес к изучению последствий воздействия электромагнитного фактора на человека и другие биообъекты постоянно растет. Уже предприняты попытки изучения его влияния на основные системы и органы человека. Полученные многочисленные данные, в основном, свидетельствуют о вредном действии МП и ЭМП на живые системы. Появляются сообщения о развитии серьезных заболеваний и даже о возможности индукции электромагнитным полем злокачественных образований (Бинги В.Н., 2002) [1]. В связи с этим Всемирная организация здравоохранения признает его одним из наиболее опасных для здоровья человека. С другой стороны, специалисты-медики разрабатывают устройства электромагнитной и магнитной терапии с целью получения диагностического и лечебного эффекта.

Учитывая, что в настоящее время во многом еще неясен характер последствий воздействия МП и ЭМП на биообъекты, вопрос оценки и защиты человека от воздействия этого фактора чрезвычайно актуален.

Материалы и методы исследования. На основе программно-аппаратного комплекса «БАРС», представляющего собой инфракрасный приемопередающий кардио-

датчик, связанный через аналогоцифровой преобразователь с персональным компьютером, выполняющим расчеты психофизиологических показателей по методу Р.М.Баевского [2] и по методике, описанной в патенте РФ № 2303392 [3], проведено исследование влияния на человека МП дозированной интенсивности (80 мТ). В качестве испытуемых была выбрана группа добровольцев студентов-доноров Ярославского государственного технического университета, состоящей из 73 человека, в возрасте 18-25 лет обоих полов без каких либо серьезных заболеваний. Из них 18 чел. с I-ой группой крови, 25 чел. со II –ой, 20 чел. с III –ей и 10 чел. с IV-ой.

Ранее в работах специалистов ЯГТУ [3,4] по характеру реакции организма на действие магнитного поля все люди были распределены на 5 групп:

1-я группа (магнитноотрицательная – М-) - люди, регуляция сердечного ритма у которых, ухудшается в результате действия МП и ЭМП; (на рисунке 1 показано изменение угла наклона α прямой, аппроксимирующей автокорреляционную функцию временного ряда сердечного ритма), характеризующего уровень напряжения нейрогуморального канала регуляции.

2-я группа (магнитноположительная – М+)- люди, у которых после воздействия МП и ЭМП происходит уменьшение напряжения регуляторных систем;

3-я группа (магнитноуточивая – МУ) - люди с хорошей системой регуляции организма, у которых не выявлено изменений состояния здоровья в результате действия МП и ЭМП;

4-я группа (лабильная 1-й степени –Л1) - при действии МП и ЭМП наблюдается рассогласованность регуляции сердечно-сосудистой и нейрогуморальной систем. При этом происходит ухудшение показателей характеризующих состояние сердечно-сосудистой системы и улучшение нейрогуморальной регуляции;

5-я группа (лабильная 2-й степени - Л2) - при действии МП и ЭМП также наблюдается рассогласованность регуляции \сердечно-сосудистой и нейрогуморальной систем, но при этом происходит ухудшение нейрогуморальной регуляции и улучшение состояния сердечно-сосудистой системы.

Целью данной работы явилось изучение регуляции сердечного ритма человека с использованием метода кардиоинтервалометрии Баевского Р.М.при воздействии МП на людей с различной группой крови.

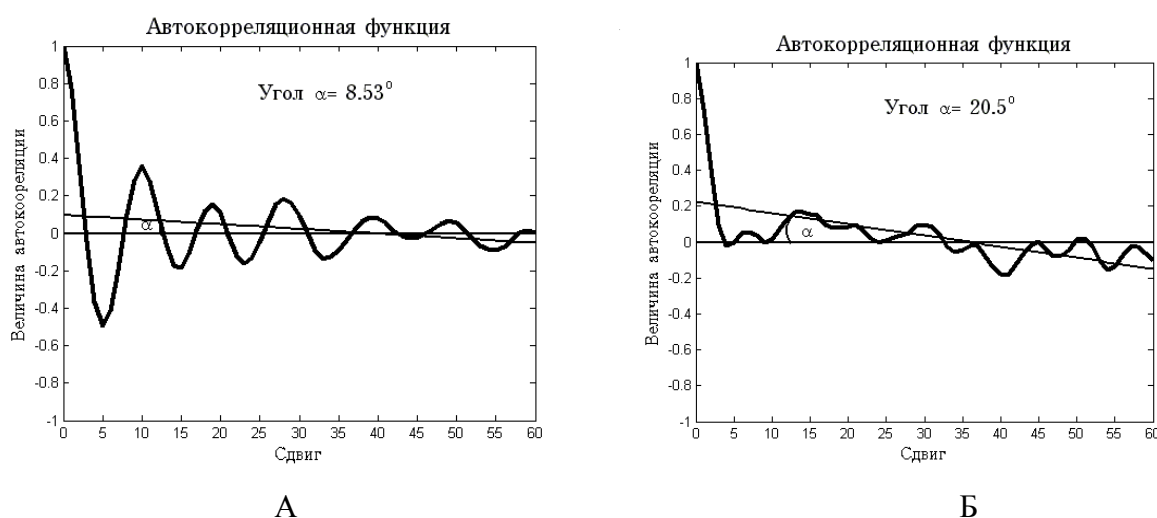


Рис.1 Изменение угла наклона α у людей магнитноотрицательной группы до (А) и после воздействия магнитного поля (Б)

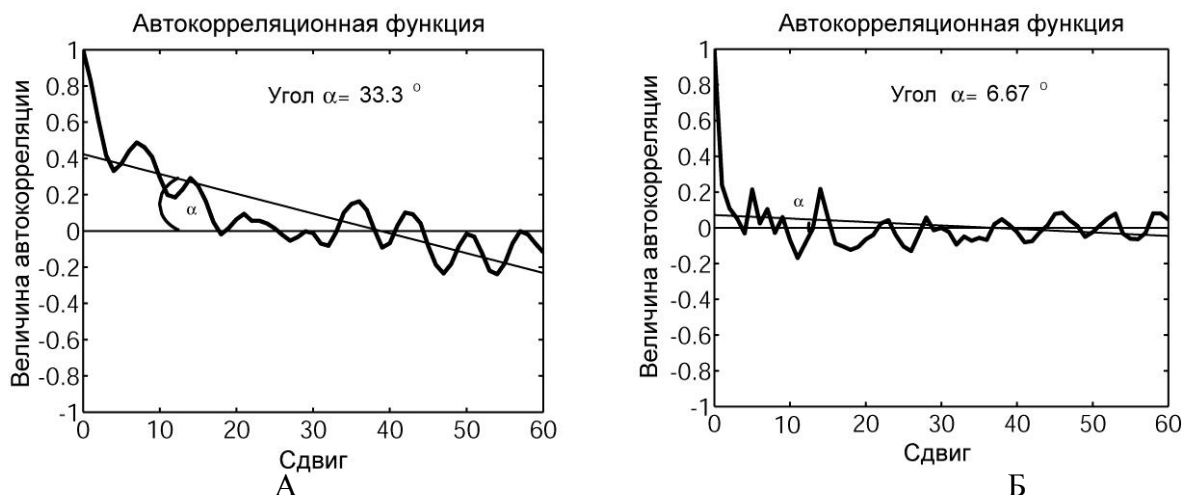


Рис.2 Изменение угла наклона α у людей магнитноположительной группы до (А) и после воздействия магнитного поля (Б)

Результаты исследования и их обсуждение. Для представителей всех магнитных и групп крови были выявлены зависимости изменения индекса напряжения сердечно-сосудистой системы (IN) и угла наклона α прямой, аппроксимирующей автокорреляционную функцию, отражающего уровень напряжения нейрогуморального канала регуляции.

Проведенный анализ показал, что около 28% молодых людей с 1-й группой крови относятся к магнитно-отрицательной группе и столько же к магнитолабильной группе 2-го типа, остальные к магнитноположительным. Среди студентов со 2-й группой крови больше всего магнитолабильных 2-го типа (40%), затем следуют магнитноотрицательные, их 28%. Меньше всего студентов магнитноположительных (12%) и магнитно-устойчивых (4%). Среди обследуемых студентов с 3-й группой крови, 50% магнитноотрицательных. Интересно, что среди людей с этой группой крови совсем не оказалось магнитноустойчивых, У обследуемых студентов 4-й группы крови по 40% оказались магнитноотрицательными и магнитноположительными. Остальные студенты (по 10%) – магнитноустойчивые и магнитолабильные 2-го типа.

Таблица.

Распределение людей по магнитным и группе крови

Группы крови/Магнитные группы	Магнитно-отрицательные (М-), %, чел.	Магнитно-положительные (М+), %, чел.	Магнитно-устойчивые (МУ), %, чел.	Магнитно-лабильные, 1 типа (Л1), %, чел.	Магнитно-лабильные 2 типа (Л2), %, чел.
1 группа	27,8 (5)	11,0 (2)	5,6 (1)	27,8 (5)	27,8 (5)
2 группа	28,0 (7)	8,0 (2)	4 (1)	20 (5)	40 (10)
3 группа	50,0 (9)	5,6 (1)	0	33,3 (6)	11,1 (2)
4 группа	40,0 (4)	40,0 (4)	10 (1)	0	10 (1)

Таким образом, наиболее чувствительными к воздействию магнитного поля являются люди с 3-й группой крови. Среди обследуемых людей этой группы крови половина магнитноотрицательных и нет магнитноустойчивых. Эти люди наиболее подвержены возникновению заболеваний и патологий вследствие длительного нахождения в зоне ЭМП и МП, а также им необходимо осторожно назначать магнитотерапевтические процедуры. Наиболее устойчивыми к МП, вероятно, являются носители 1-й и 2-й группы крови. Среди них меньше всего людей магнитноотрицательной магнитной группы.

Выводы. На основе метода кардиоинтервалометрии Баевского Р.М. было показано, что степень регуляции сердечного ритма при воздействии на людей постоянного магнитного поля во многом зависит от группы крови человека. Наихудшая степень регуляции наблюдается у людей, имеющих III-ю группу крови.

Список литературы:

1. Бинги В.Н. Магнитобиология: Эксперименты и модели. М.: "Милта", 2002. - 517 с.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. [Текст]. М.: Наука, 1984. – 201 с.
3. Макарьин В.В., Гущин А.Г., Любичев В.А. Способ оценки воздействия электромагнитных полей на человека. / патент Российской Федерации № 2303392 МПК А61В 5/05, опубл. 27.07.2007. Бюл. №21.
4. Макарьин В.В., Рачков Е.Г., Глазкова А.В. Использование метода variability сердечного ритма для оценки воздействия магнитных полей на здоровье человека при несогласованной реакции вегетативного нейро- гуморального каналов регуляции //Тр. 11-й Международной научно-практической конференции 14-16 мая 2008 г. "Высокие технологии в экологии" - Воронеж: РИ "Менеджер", 2008 г. 340-344 С.

**ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
И n-3 ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ
У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Марков А.Л., Людина А.Ю., Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии
Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар
volkarb@mail.ru

**VARIABILITY OF THE WARM RHYTHM
And n-3 POLYNONSATURATED FATTY ACIDS
AT SKIERS-RACERS OF THE KOMI REPUBLIC**

Markov A. L., Lyudinina A. Yu., Solonin Yu. G., Boyko E. R.

Institute of physiology of Komi of scientific center of the Ural office of the Russian Academy
of Sciences, Syktyvkar

Резюме. Обследовано 19 лыжников сборных команд Республики Коми. С помощью аппаратно-программного комплекса «Экосан-2007» проведен анализ variability сердечного ритма. В плазме крови определяли содержание n-3 полиненасыщенных жирных кислот: α -линоленовой (C18:3), эйкозапентаеновой (C20:5) и докозагексаеновой (C22:6). Корреляционный анализ показал существенную отрицательную связь C18:3 с индексом централизации, LF/HF, абсолютными и относительными значениями LF-волн, а также положительную связь - с HF,%. Для C20:5 и C22:6 отмечена отрицательная связь с ЧСС.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, полиненасыщенные жирные кислоты, лыжники.

Abstract. 19 skiers of national teams of the Komi Republic are inspected. By means of the Ekosan-2007 hardware and software the analysis of variability of a warm rhythm is carried out. In plasma of blood defined the maintenance of n-3 of polyunsaturated fatty acids: α -linolenic (C18:3), eikozapentayenovy (C20:5) and dokozageksayenovy (C22:6). Correlation analysis showed essential negative communication of C18:3 with an index of centralization, LF/HF, absolute and relative values of LF waves, and also the positive communication - with HF, %. For C20:5 and S22:6 the negative communication with ChSS is marked.

Keywords: variability of a cordial rhythm, polysaturated fatty acids, skiers.

Введение. Анализ variability сердечного ритма (BCP) является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека [1] и широко используется в спортивной медицине. Функциональное состояние высоко-отренированного спортсмена обеспечивается сложным механизмом нейроэндокринной регуляции, особую роль в которой играют липиды. Установлена важная роль некоторых фосфолипидов и n-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в реализации сердечно-сосудистой и нервной деятельности [13], улучшения нервно-мышечных функций спортсменов [10]. Отмечено положительное влияние добавок n-3 ПНЖК на сосудистую функцию и оптимизацию физической работоспособности [15]. Тем не менее, данные о положительном воздействии потребления n-3 ПНЖК на вегетативную регуляцию ритма сердца и функциональное состояние интенсивно тренирующихся атлетов по-прежнему скудны, а механизмы этого воздействия изучены недостаточно. Целью данной работы явилось изучение взаимосвязи вегетативной регуляции ритма сердца и содержания n-3 ПНЖК в плазме крови у высококвалифицированных лыжников-гонщиков.

Методы. В общеподготовительный период обследовано 19 мужчин из сборных команд Республики Коми по лыжным гонкам. В исследовании использовали аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007» (Медицинские компьютерные системы, г. Зеленоград). Анализ BCP проводили в соответствии с рекомендациями группы Российских экспертов. Электрокардиограмму регистрировали в положении лежа, в одном из стандартных отведений в течение 5 минут. Вычисляли частоту сердечных сокращений (ЧСС), стресс-индекс (SI), индекс централизации (IC), показатель активности регуляторных систем (ПАРС), а также основные показатели временного (SDNN, RMSSD, pNN50) и спектрального (TP, HF, LF, VLF, ULF, HF%, LF%, VLF%, LF/HF) анализа BCP.

Таблица 1

Показатели BCP у обследованных лыжников-гонщиков.

Показатели	Медиана (25-75 персентили)
ЧСС, уд/мин	57,00 (51,50-64,00)
RMSSD, мс	65,00 (52,00-79,50)
pNN50, %	45,40 (28,60-54,50)
SDNN, мс	65,44 (60,11-87,37)
SI, усл. ед.	41,00 (26,00-50,50)
TP, мс ²	3978,56 (3057,90-5972,84)
HF, мс ²	1562,33 (988,92-1742,63)
LF, мс ²	1177,46 (899,86-2166,45)
VLF, мс ²	408,08 (270,81-626,47)
ULF, мс ²	365,52 (141,72-747,32)
HF, %	49,00 (25,75-57,55)
LF, %	38,10 (31,15-53,40)
VLF, %	12,60 (9,45-15,90)
LF/HF, усл. ед.	0,79 (0,55-1,86)
IC, усл. ед.	1,04 (0,74-2,89)
ПАРС, баллы	4,00 (3,00-6,00)

Взятие капиллярной крови осуществляли натошак в покое. Уровень жирных кислот (ЖК) в общих липидах плазмы крови определяли методом газовой хроматографии

(«Кристалл 2000М», ПИД, колонка «SupelcoWAX») с предварительным экстрагированием липидов и получением метиловых эфиров ЖК. Содержание α -линоленовой (C18:3), эйкозапентаеновой (C20:5) и докозагексаеновой (C22:6) представлено в % от общего пула ЖК.

Данные обработаны в программе Statistica 6.0. Результаты представлены в виде медианы и 25-го и 75-го персентилей. Для выявления взаимосвязей между изучаемыми показателями вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Результаты исследования. Медиана возраста лыжников составила 18,0 лет, длины тела – 180,0 см, массы тела - 70,3 кг, индекса массы тела - 22,5 кг/м².

При анализе полученных данных параметров ВСР у обследованных лиц отмечено смещение вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатического звена вегетативной нервной системы. Выявлены высокие значения рNN50, RMSSD, HF,% (табл. 1). Значения ПАРС свидетельствуют о выраженном напряжении регуляторных систем.

Доля α -линоленовой кислоты (C18:3) в крови спортсменов составила в среднем 0,17% (0,15-0,27%) (норма 0,6%); эйкозапентаеновой (C20:5) - 0,72% (0,56-0,95%) (норма 1,4%); докозагексаеновой (C22:6) - 0,85% (0,74-1,26%) (норма 2,4%). Низкая доля C18:3 отмечена у всех обследованных лиц, C22:6 – у 92%. Низкое содержание n-3 ПНЖК в крови у лыжников относительно референсных значений может быть связано, как с недостаточным потреблением эссенциальных кислот с пищей, так и их высокой востребованностью в метаболизме

Таблица 2

Корреляционная связь параметров ВСР и n-3 ПНЖК

Показатели	C18:3		C20:5		C22:6	
	r _s	P	r _s	P	r _s	P
ЧСС, уд/мин	0,111	0,652	-0,573	0,010	-0,442	0,058
RMSSD, мс	-0,046	0,853	0,372	0,117	0,071	0,772
pNN50, %	0,207	0,395	0,354	0,137	0,249	0,304
SDNN, мс	-0,279	0,247	0,296	0,218	-0,019	0,937
SI, усл. ед.	0,004	0,986	-0,332	0,165	-0,188	0,441
TP, мс ²	-0,367	0,123	0,279	0,247	-0,075	0,759
HF, мс ²	0,161	0,509	0,225	0,355	0,144	0,557
LF, мс ²	-0,461	0,047	0,233	0,336	-0,111	0,652
VLF, мс ²	-0,226	0,351	0,316	0,188	-0,139	0,571
ULF, мс ²	-0,437	0,061	0,268	0,267	-0,161	0,509
HF, %	0,465	0,045	-0,023	0,926	0,241	0,320
LF, %	-0,478	0,038	-0,035	0,887	-0,217	0,373
VLF, %	-0,046	0,853	0,079	0,748	-0,154	0,528
LF/HF, усл. ед.	-0,493	0,032	0,012	0,960	-0,228	0,348
IC, усл. ед.	-0,465	0,045	0,023	0,926	-0,241	0,320
ПАРС, баллы	-0,318	0,184	0,430	0,066	0,072	0,769

Корреляционный анализ (табл. 2) показал существенную отрицательную связь C18:3 с абсолютными и относительными значениями LF, а также LF/HF, IC. Кроме того выявлена положительная связь данной кислоты с HF,% (p<0,05). Отмечена тенденция к

увеличению ULF-волн при снижении доли C18:3 в общем пуле ЖК. Отрицательная связь с ЧСС отмечена для C20:5 ($p=0,010$) и C22:6 ($p=0,058$).

Обсуждение. Большинство экспериментальных и клинических исследований показывают связь n-3 ПНЖК с низкой ЧСС и увеличением ВСР [6, 15 и др.]. Однако следует отметить, что не все исследования сообщают о положительном действии n-3 ПНЖК на ЧСС и ВСР.

Нами также показана существенная отрицательная связь C20:5 с ЧСС, а также аналогичная тенденция - для C22:6. Корреляционной связи C18:3 с ЧСС не было выявлено. Ранее показано высокое сопряжение индекса n-6/n-3 ПНЖК с повышенной ЧСС у лыжников ($r_s=0.59$; $p=0.006$). Эффективность отдельных n-3 ПНЖК широко не изучены, однако относительная сила их воздействия может выглядеть так: $C22:6 \geq C20:5 \geq C18:3$.

Billman G.E. (2013) отмечает, что основной причиной снижения ЧСС при потреблении n-3 ПНЖК являются сдвиги в ритме синусового узла, а в меньшей мере в изменении вегетативной регуляции сердца. Также есть мнения, что прием n-3 ПНЖК может иметь не прямое воздействие на снижение ЧСС за счет, например, улучшения диастолического наполнения левого желудочка путей [11] или увеличения тонуса блуждающего нерва [12].

n-3 ПНЖК обладают сильными электрофизиологическими действиями, ингибируя многие ионные каналы и регуляторные кальциевые белки. Mozaffarian D., Wu J.H. (2011) отмечают, что n-3 ПНЖК влияют на множество молекулярных путей, в том числе на изменение физико-химических свойств клеточных мембран, прямое взаимодействие и модуляцию с мембранными каналами и белками, регуляцию экспрессии генов с помощью ядерных рецепторов и факторов транскрипции, изменение профиля эйкозаноидов. Однако механизмы подобной регуляции требуют дальнейшего изучения.

Результаты мета-анализа 15 исследований показали, что HF-волны существенно возрастают при потреблении рыбьего жира, а HF/LF имеет тренд на понижение, что указывает на усиление вагусного тонуса. SDNN и LF-волны не зависят от потребления рыбьего жира [14]. La Rovere M.T. et al. (2013) показали, что при употреблении 1 г/день n-3 ПНЖК в течение 3 месяцев у обследуемых лиц увеличивалась длина кардионтервалов, SDNN, VLF, однако при употреблении n-3 ПНЖК в течение года значимых изменений ВСР не выявлено.

В нашем исследовании мы не выявили существенной связи C20:5, C22:6 с параметрами ВСР. У обследованных лиц при более высоком уровне C18:3 в крови отмечено усиление роли парасимпатической (положительная связь с HF, %) и снижение симпатической нервной системы (отрицательная связь с абсолютными и относительными значениями LF, а также LF/HF, IC). При недостаточном содержании C18:3 в организме спортсменов, вероятно, усиливается напряжение регуляторных систем и снижаются функциональные резервы.

Выводы. Корреляционный анализ показал существенную отрицательную связь эйкозапентаеновой кислоты с ЧСС, а также аналогичную тенденцию - для докозагексаеновой кислоты. Корреляционной связи α -линоленовой кислоты с ЧСС не выявлено. Для α -линоленовой кислоты показана существенная отрицательная связь с индексом централизации, LF/HF, абсолютными и относительными значениями LF-волн, а также положительную связь - с HF, %. Для остальных n-3 ПНЖК существенных связей с параметрами ВСР не выявлено. Необходимость компенсации дефицита n-3 ПНЖК обуславливает разработку мер по коррекции жирового компонента рациона для оптимального развития физиологических способностей и длительного поддержания высокого уровня функционального состояния организма спортсменов.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово, 2008. 220с.
2. Людина А.Ю. Эссенциальные жирные кислоты в обеспечении работоспособности лыжников-гонщиков // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № 3. С. 38-39.
3. Ayalew-Pervanchon A., Rousseau D., Moreau D., Assayag P., Weill P., Grynberg A. Long-term effect of dietary {alpha}-linolenic acid or decosahexaenoic acid on incorporation of decosahexaenoic acid in membranes and its influence on rat heart in vivo // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2007. V. 293(4). P. H2296-2304.
4. Billman G.E., Harris W.S. Effect of dietary omega-3 fatty acids on heart rate and the heart rate variability responses to myocardial ischemia or exercise // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2011. V. 300(6). P. H2288-H2299.
5. Billman G.E. The effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids on cardiac rhythm: A critical reassessment // Pharmacol. Ther. 2013. V. 140(1). P. 53-80.
6. Christensen J.H. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and heart rate variability // Front Physiol. 2011. V. 2. A. 84.
7. Hamaad A., Lee W.K., Lip G.Y.H., MacFadyen R.J. Oral omega-3 PUFA therapy (Omacor) has no impact on indices of heart rate variability in stable post myocardial infarction patients // Cardiovasc. Drugs Ther. 2006. V. 20. P. 359-364.
8. Kim S.H., Kim M.K., Lee H.Y., Kang H.J., Kim Y.J., Kim H.S. Prospective randomized comparison between omega-3 fatty acids supplements plus simvastatin versus simvastatin alone in Korean patients with mixed dyslipidemia: lipoprotein profiles and heart rate variability // Eur. J. Clin. Nutr. 2011. V. 65. P. 110-116.
9. La Rovere M.T., Staszewsky L., Barlera S., Maestri R., Mezzani A., Midi P., Marchioli R., Maggioni A.P., Tognoni G., Tavazzi L., Latini R. n-3PUFA and Holter-derived autonomic variables in patients with heart failure: data from the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Insufficienza Cardiaca (GISSI-HF) Holter substudy // Heart Rhythm. 2013. V. 10(2). P. 226-232.
10. Lewis E.J., Radonic P.W., Wolever T.M., Wells G.D. 21 days of mammalian omega-3 fatty acid supplementation improves aspects of neuromuscular function and performance in male athletes compared to olive oil placebo // J. Int. Soc. Sports Nutr. 2015. V. 12:28.
11. Mozaffarian D., Wu J.H. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events // J. Am. Coll. Cardiol. 2011. V. 58. P. 2047-2067.
12. O'Keefe J.H. Jr., Abuissa H., Sastre A., Steinhaus D.M., Harris W.S. Effects of omega-3 fatty acids on resting heart rate, heart rate recovery after exercise, and heart rate variability in men with healed myocardial infarctions and depressed ejection fractions // Am. J. Cardiol. 2006. V. 97. P. 1127-1130.
13. West S.G., Krick A.L., Klein L.C., Zhao G., Wojtowicz T.F., McGuinness M., Bagshaw D.M., Wagner P., Ceballos R.M., Holub B.J., Kris-Etherton P.M. Effects of diets high in walnuts and flax oil on hemodynamic responses to stress and vascular endothelial function // J. Am. Coll. Nutr. 2010. V. 29(6). P. 595-603.
14. Xin W., Wei W., Li X-Y. Short-term effects of fish-oil supplementation on heart rate variability in humans: a meta-analysis of randomized controlled trials // Am. J. Clin. Nutr. 2013. V. 97(5). P. 926-935.
15. Zebrowska A., Mizia-Stec K., Mizia M., Gąsior Z., Poprzęcki S. Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained athletes // Eur. J. Sport Sci. 2015. V. 15(4). P. 305-314.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ОЦЕНКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ МИОКАРДА У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ: ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Мелкумова Е.Ю., Ардашев В.Н.

ФГБУ Клиническая больница №1 УД Президента РФ

eum74@mail.ru

VARIABILITY OF THE CORDIAL RHYTHM IN ASSESSMENT ELECTRIC INSTABILITY OF THE MYOCARDIUM AT PATIENTS WITH THE ISCHEMIC STROKE: DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC IMPORTANCE

Melkumova E. Yu., Ardashev V. N.

Federal State Budgetary Institution Klinicheskaya bolnitsa No. 1 General Management
Department of the President of the Russian Federation

Резюме. В статье обсуждаются результаты анализа холтеровского мониторирования ЭКГ с исследованием вариабельности сердечного ритма у больных ишемическим инсультом, включая оценку спектральных характеристик суточной ритмограммы. Выявлено достоверное повышение показателей всех видов частот спектра ритмограмм у пациентов в острой стадии ишемического инсульта в сравнении с перенесшими инсульт и здоровыми.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, электрическая нестабильность миокарда, ишемический инсульт.

Summary. In article results of the analysis of holterovsky monitoring of an ECG are discussed with a research of variability of a cordial rhythm at patients with an ischemic stroke, including assessment spectral characteristics a daily ritmogramma. Reliable rising of indicators of all types of frequencies of a range ритмограмм at patients in an acute stage of an ischemic stroke in comparison with had a stroke and healthy is taped.

Keywords: variability of a cordial rhythm, electric instability of a myocardium, ischemic stroke.

Введение В настоящее время широко обсуждается влияние сердечно-сосудистой патологии на развитие и прогноз ишемического инсульта [1 - 3, 6, 10]. Общность этиологии и патогенеза ишемической болезни сердца и сосудистых заболеваний головного мозга позволяет говорить об ишемической болезни сердца и мозга [4, 5, 9]. Несомненное влияние на развитие ИИ оказывает патология сердца, являясь причиной развития гемодинамических и кардиоэмболических инсультов [11, 12]. Очевидно, что при развитии ишемического инсульта в свою очередь происходят существенные изменения регуляторных воздействий на сердце, что отражается на его работе, поэтому изучение взаимных влияний мозга и сердца в процессе развития сосудистых катастроф позволят разработать более эффективную и согласованную тактику лечения и прогнозирования этих заболеваний.

Задача нашего исследования состояла в оценке аритмий, вариабельности ритма сердца, в том числе его спектральных характеристик, в острой стадии ишемического инсульта у пациентов без клинически значимой патологии сердца и сравнении этих показателей спустя 6 месяцев после инсульта. Таким образом, мы хотели выявить изменения в работе сердца, спровоцированные мозговой катастрофой, оценить их тяжесть и значимость.

Материал и методы исследования. Анализу подверглись результаты клинических, инструментальных и лабораторных методов исследования 90 больных ишемическим инсультом в острой стадии заболевания, госпитализированных в отделение для

больных острым нарушением мозгового кровоснабжения ФГБУ «Клиническая больница № 1» УД Президента РФ. Возраст исследуемых составил 65 ± 11 лет. Мужчин было 58, женщин - 32. Из них гипертоническая болезнь выявлена у 80% больных, сахарный диабет I или II типа у 26%. Церебральным атеросклерозом страдали все больные, ранее перенесенный инсульт был диагностирован у 50% больных. Все больные поступали в стационар по скорой помощи, сроки поступления составили от 1 часа до 24 часов от начала заболевания. Из числа этих пациентов спустя 6 месяцев после развития инсульта были повторно обследованы 48 человек. Такой же объём обследования был выполнен 22 пациентам, не страдающим церебральными и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Эти пациенты составили контрольную группу.

В исследование не включались пациенты, имеющие тяжелую кардиальную патологию: перенесшие инфаркт миокарда; страдающие стенокардией напряжения или нестабильной стенокардией; страдающие гемодинамически значимыми пороками сердца; имеющие сердечную недостаточность. Кроме этого, из исследования исключались пациенты, у которых выявлены признаки ишемии миокарда, атриовентрикулярные и синоатриальные блокады II и III степени, синдром слабости синусового узла. У всех пациентов в течение холтеровского мониторирования регистрировался синусовый ритм, однако у 24% в анамнезе выявлена пароксизмальная мерцательная аритмия.

Все больные обследованы по единой программе, включающей в себя традиционное клиническое обследование с оценкой неврологического статуса, выполнение стандартных лабораторных методов исследования, холтеровское мониторирование ЭКГ, ЭХО-КГ, КТ или МРТ головного мозга. Для объективизации степени выраженности и продолжительности общемозговых и очаговых симптомов, определения характера неврологических проявлений болезни нами использовалась шкала оценки неврологического статуса Е.И. Гусева и В.И. Скворцовой. Оценка уровня сознания осуществлялась по шкале комы Глазго.

Больным при поступлении выполнялась регистрация ЭКГ в 12 общепринятых отведениях, трансторакальная ЭХО-КГ, холтеровское мониторирование ЭКГ с оценкой variability ритма сердца с вычислением статистических и спектральных показателей всей суточной записи согласно рекомендациям Рабочей группы Европейского Кардиологического Общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии[11].

При статистическом анализе ВСР применялись стандартное отклонение всех NN интервалов от средней длительности (SDNN, мс), процент NN50 от общего за весь период записи числа последовательных пар интервалов, различающихся более чем на 50 мс (pNN50), квадратный корень среднего значения квадратов разностей длительностей последовательных NN интервалов (RMSSD, мс). При спектральном анализе ВСР оценивали суммарную мощность спектра (TP, мс²), очень низкую (VLF: диапазон 0,003–0,04 Гц) низкочастотную (LF: диапазон 0,04–0,15 Гц) и высокочастотную (HF: диапазон 0,15–0,40 Гц) мощности спектра (мс²), а также их соотношение (LF/HF). Для анализа использовались только кардиосигналы синусового происхождения, экстрасистолы интерполировались, артефакты удалялись. Надо отметить, что для анализа статистических и спектральных показателей использовалась суточная запись целиком без деления на короткие участки ритмограммы. Для оценки спектральных характеристик ВСР использован авторегрессионный анализ и преобразование Фурье. Всем больным выполнялась КТ или МРТ головного мозга с оценкой локализации и объема зоны инфаркта.

Результаты исследования и их обсуждение. При холтеровском мониторировании ЭКГ у пациентов ишемическим инсультом в острой стадии более часто выявлялись жизнеугрожающие нарушения ритма сердца, через 6 месяцев после развития инсульта частота этих нарушений несколько снизилась, но превышала ее у здоровых лиц (Табл.1).

Желудочковые экстрасистолы зарегистрированы при ОНМК в 73% случаев, в том числе экстрасистолы высоких градаций – в 20%, желудочковая тахикардия – в 14% случаев, в группе перенесенных ОНМК желудочковые экстрасистолы зарегистрированы в 91% случаев, при этом экстрасистолы высоких градаций – в 10%, желудочковая тахикардия – в 10% случаев, у здоровых лиц желудочковые экстрасистолы зарегистрированы в 81% случаев, экстрасистолы высоких градаций – в 9%, желудочковая тахикардия не выявлена.

Суправентрикулярная экстрасистолия зарегистрирована практически у всех пациентов, при этом частота суправентрикулярных пароксизмов тахикардии была больше в группе здоровых – у 72% пациентов, тогда как при ОНМК пароксизмы СВТ зафиксированы в 58% случаев, а в группе перенесенных инсультов – 66% случаев.

Таблица 1.

Результаты холтеровского мониторингирования по группам.						
Аритмии	ОНМК		Последствия ОНМК		Здоровые	
	Частота регистрации нарушений ритма					
	Абс	%	Абс	%	Абс	%
Суправентрикулярная экстрасистолия	90	100	48	100	20	90
Суправентрикулярная тахикардия	52	58	16	33	16	72
Желудочковая экстрасистолия	66	73	22	45	18	81
Желудочковая экстрасистолия высоких градаций	18	20	5	10	2	9
Желудочковая тахикардия	12	14	5	10	0	0
Статистический анализ ВСР						
Средняя ЧСС за сутки, ударов в мин.	67		69		70	
Средний NN, мс	913		878		844	
SDNN, мс	106		113		114	
RMSSD, мс	48		30		49	
Спектральный анализ ВСР (по преобразованию Фурье)						
Общая мощность спектра, мс2	9720		4188		4354	
Мощность ОНЧ, мс2	1912		1351		1609	
Мощность НЧ, мс2	2419		861		952	
Мощность ВЧ, мс2	5432		2092		1958	
Соотношение НЧ/ВЧ	0,56		0,524		0,562	

Среднесуточная частота сердечных сокращений существенно не отличалась в анализируемых группах, при этом показатель SDNN был ниже в группе острого инсульта, а в группах перенесенного инсульта и здоровых существенно не отличался.

Надо отметить, что во всех группах этот показатель не выходил за пределы возрастной нормы. Показатель RMSSD напротив, существенно не отличался в группах острых инсультов и здоровых, а в группе перенесенных ОНМК был существенно ниже.

Спектральные характеристики всей суточной записи ритмограммы существенно отличались по группам: в группе острых ишемических инсультов общая мощность спектра практически в два раза превышала эти значения в группах, перенесших инсульт и здоровых, особенно за счет высоких частот. Соотношение мощностей низких и высоких частот во всех трех группах было примерно одинаковым, при чем преобладали показатели высоких частот. Надо отметить, что при анализе коротких 5-10 минутных ритмограмм, где спектральные характеристики используются в настоящее время, соотношение частот в норме противоположно, т. е. преобладают низкие частоты. Между мощностями спектра в группах, перенесших ОНМК и здоровых, существенных отличий не прослеживалось.

Для выявления зависимости между объемом поражения головного мозга и регуляторными системами сердца был использован многомерный регрессионный анализ [7, 8]. В результате получено уравнение, точность которого составила по критерию R^2 0,58, которое выявило зависимость между степенью повышения спектральных характеристик ВСР и тяжестью повреждения головного мозга, что может быть использовано в клинической практике.

Таким образом, желудочковые нарушения ритма сердца высоких градаций регистрируются чаще у пациентов ишемическим инсультом в острой стадии, через 6 месяцев после развития инсульта частота их снижается, но превышает ее у здоровых лиц, тогда как пароксизмы суправентрикулярной тахикардии и паузы функционального характера чаще встречаются у здоровых и пациентов, перенесших ОНМК.

Выявлено достоверное увеличение всех спектральных характеристик и умеренное снижение статистических характеристик вариабельности ритма сердца при остром ишемическом инсульте, что может указывать на увеличение активности симпатической и парасимпатической активности вегетативной нервной системы в ответ на развитие мозговой катастрофы.

Спектральные характеристики ВСР, отражающие активность подкорковых центров и вегетативной регуляции, существенно повышаются в острой стадии инсульта и достоверно снижаются через 6 месяцев, что, вероятно, указывает на возбуждение всех уровней экстракардиальной регуляции в ответ на развитие ИИ.

Список литературы:

1. Гогин Е.Е., Гипертоническая болезнь вчера и сегодня. Диагностика и лечение в свете новаций фундаментальных представлений о патогенезе и гемодинамике. Монография. Под ред. члена-корр.РМАН, д.м.н., проф. В.Б.Симоненко –М.: «Эко-Пресс», 2010. – 117 с.
2. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Стаховская Л.В. Эпидемиология инсульта в России //Инсульт: Приложение к журналу неврологии и психиатрии им.С.С.Корсакова.-2003.-Выпуск 8.-С. 4-9.
3. Каленова И.Е., Шмырев В.И., Ардашев В.Н. Оценка клинических подтипов острого ишемического инсульта и прогноз его исходов// Российские Медицинские Вести. – 2012. № 4. – С. 11-19.
4. Симоненко В.Б., Широков Е.А. Основы кардионеврологии.- М.: Медицина.- 2001.- 240 с.
5. Скворцова В.И. Реперфузионная терапия при ишемическом инсульте/ В.И. Скворцова, Н.А.Шамалов // Consilium medicum. – 2011. - № 2. – С. 19 -22.

6. Суслина З.А., Пирадов М.А. Инсульт: диагностика, лечение, профилактика / Под ред. З.А. Суслиной, М.А.Пирадова. – 2-е изд. –М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 288 с.
7. Шведов А.С. Теория вероятности и математическая статистика. М., Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2005. 253 с.
8. Шевченко Ю.Л., Шихвердиев Н.Н., Оточкин А.В. Прогнозирование в кардиохирургии. СПб: Питер Пабблишинг, 1998. 208 с.
9. Шмырев В.И., Васильев А.Ю. Ведение больных, перенесших мозговой инсульт на этапе реабилитации. Ж. Врач № 4, 2009 – С.56-58
- 10.Фонякин А.В., Гераскина Л.А., Суслина З.А. Профилактика ишемического инсульта. Практическиерекомендации. М., 2012. – 40 с.
- 11.Furie KL, Kasner SE, Adams RJ, et.al. Guidelines for the prevention of stroke or transient ischemic attack: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association . Stroke 2010; 42:227-76
- 12.Addams LR, del Zoppo G, Alberts MJ et al. Guidelines for the early management of adults with ischemic stroke. Stroke 2007; 38: 1655 - 711.

ЭТНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ СТУДЕНТОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗНЫХ КЛИМАТО - ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Миндубаева Ф.А., *Шукуров Ф.А., Салихова Е.Ю.

Карагандинский государственный медицинский университет, г.Караганда

*Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали ибни Сино, г. Душанбе

ETHNIC FEATURES OF ADAPTIVE REACTIONS OF THE STUDENTS LIVING IN DIFFERENT CLIMATE - GEOGRAPHICAL CONDITIONS.

Mindubayeva F. A., * Shukurov F. A., Salikhova E. Yu.

Karaganda state medical university, Karaganda

* Tajik state medical university of Abuali of an ibna of Sino, Dushanbe
Salehova_89@mail.ru

Резюме. Изучено функциональное состояние регуляторных систем организма студентов (юношей и девушек), проживающих в условиях низкогорья Казахстана и высокогорья Таджикистана. Выявлено, что адаптивные реакции юношей, проживающих в разных климато-географических условиях, удовлетворительные. Напряжение регуляторных систем организма и снижение адаптационных возможностей выявлено у девушек высокогорья.

Ключевые слова: студенты, высокогорье, низкогорье, вариабельность сердечного ритма, регуляторные системы, адаптивные реакции.

Summary. The functional condition of the student's regulatory systems (young men and women) living in Kazakhstan's lowlands and Tajikistan's highlands. It was revealed that the adaptive responses of young men who live in different climatic and geographical conditions are satisfactory. Young women from the highlands have stress of regulatory systems and reducing of the adaptive capabilities.

Keywords: students, highlands, lowlands, heart rate variability, regulatory systems, adaptive responses.

Введение. Повсеместное снижение показателей здоровья в среде студенческой молодежи является тревожным фактом во многих вузах Казахстана, России и стран СНГ. Особого внимания заслуживает период первых годов обучения студентов, по-

сколько идет адаптация к комплексу новых факторов, специфических для высшей школы, что обязательно сопровождается нарушениями режима работы, отдыха, питания, двигательной активности[2,3,4]. Фазовые изменения субъективных и объективных компонентов адаптации происходят одновременно: физиологические изменения происходят с большей скоростью и опережают субъективное восприятие нарушений степени приспособленности. У большинства студентов субъективное «благополучие» уже после 2 года обучения совпадает с фазой истощения физиологических адаптационных резервов и к концу 3 года обучения сменяется психическим истощением и невротизацией [3]. В контексте указанного, мы решили изучить состояние общей активности регуляторных механизмов и резервные возможности организма студентов второго курса, проживающих в разных климато-географических условиях: низкогогорья и высокогорья. Организм человека, родившегося и длительное время проживающего в условиях высокогорья, по ряду морфофункциональных характеристик, отличается от организма равнинного жителя. Постоянная жизнь на больших высотах сопровождается целым рядом адаптивных реакций, в том числе и в функционировании вегетативной нервной системы[1].

В последние годы между вузами КГМУ (Казахстан) и ТГМУ им. Абуали ибни Сино (Таджикистан), отмечается тесное сотрудничество в рамках программы академической мобильности. Студенты Карагандинского государственного медицинского университета с 2012 года ежегодно являются участниками международной физиологической летней школы, которая проходит в горах Таджикистана под руководством профессора Шукурова Ф.А.

В связи с этим, ЦЕЛЬЮ нашего исследования было изучить адаптационные возможности организма и особенности регуляции сердечного ритма студентов низкогогорья и высокогорья.

Методы исследования. Обследованы 40 студентов (20 юношей и 20 девушек) второго курса, родившиеся и проживающие на низкогогорье Казахстана (500-600м над уровнем моря) и в высокогорном районе Таджикистана Горно-Бадахшанской автономной области (2320-2600м над уровнем моря). Средний возраст исследуемых $20 \pm 0,5$ лет. В группу исследуемых были отобраны молодые люди с нормальным индексом массы тела, не имеющие хронических заболеваний, и считающие себя практически здоровыми.

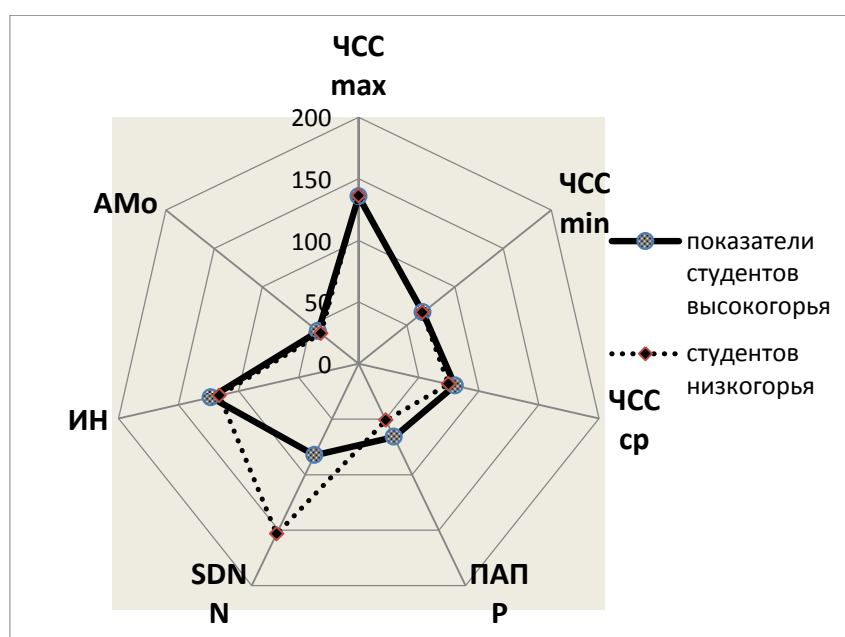


Рис.1. Показатели ВРС у юношей, проживающих в условиях высокогорья Таджикистана и низкогогорья Казахстана.

Проведена сравнительная оценка антропометрических показателей роста и массы тела. Для анализа variability сердечного ритма в течение 5 минут регистрировали ЭКГ (в I отведении) на аппарате «Поли-Спектр-12» («Нейрософт» , Россия). Оценивались, показатели статистического анализа ВСР: ЧСС(максимальная, минимальная, средняя), SDNN(СК); вариационной пульсометрии: Мо, АМо, ВР; и комплексные индексы ВРС: ИВР (индекс вегетативного равновесия), ПАПР (показатель адекватности процессов регуляции), ВПР(вегетативный показатель ритма), ИН (индекс напряжения). Степень достоверности различий изучаемых показателей определялись по критерию t-Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. Антропометрические показатели роста и массы тела казахстанских студентов, как девушек, так и юношей, выше студентов, проживающих в высокогорном районе. Рост казахстанских юношей опережает таджикских на 6,3%, казахстанских девушек - на 2%; масса тела у девушек и у юношей высокогорья меньше казахстанских на $13 \pm 0,4 \%$. Снижение роста и меньшая масса тела являются важным адаптивным антропометрическим признаком жителей горной местности. Индекс массы тела исследуемых студентов, и низкогорья и высокогорья, соответствует норме и составляет в среднем у девушек-20,8; у юношей -21,6.

ЧССmax и ЧССmin у казахстанских и таджикских юношей практически одинакова, составляет $136 \pm 0,7$ уд/мин и $66,4 \pm 0,2$ уд/мин, соответственно. ЧССср у таджикских студентов на 5 уд/мин выше и составляет 80,2 уд/мин. ЧССср у девушек одинакова, с небольшой тенденцией к понижению у таджичек ($79,3 \pm 0,9$ уд/мин). Однако, ЧССmax у девушек высокогорья выше -132,1 уд/мин (у казахстанских - 102,8 уд/мин), а ЧССmin ниже и составляет 69,8 уд/мин (у казахстанских 73,9 уд/мин).

Величина Мо(моды) у казахстанских студентов выше ($0,81 \pm 0,02$ с), по сравнению с таджикскими ($0,72 \pm 0,01$ с), что, учитывая более низкую среднюю ЧСС у группы данных студентов, свидетельствует о более адекватной регуляции сердечной деятельности. Сравнительный анализ SDNN выявил снижение значения данного показателя почти в 2 раза у юношей высокогорья, что говорит о большей активности высших уровней управления в процессе регуляции у данных студентов (Рис.1).

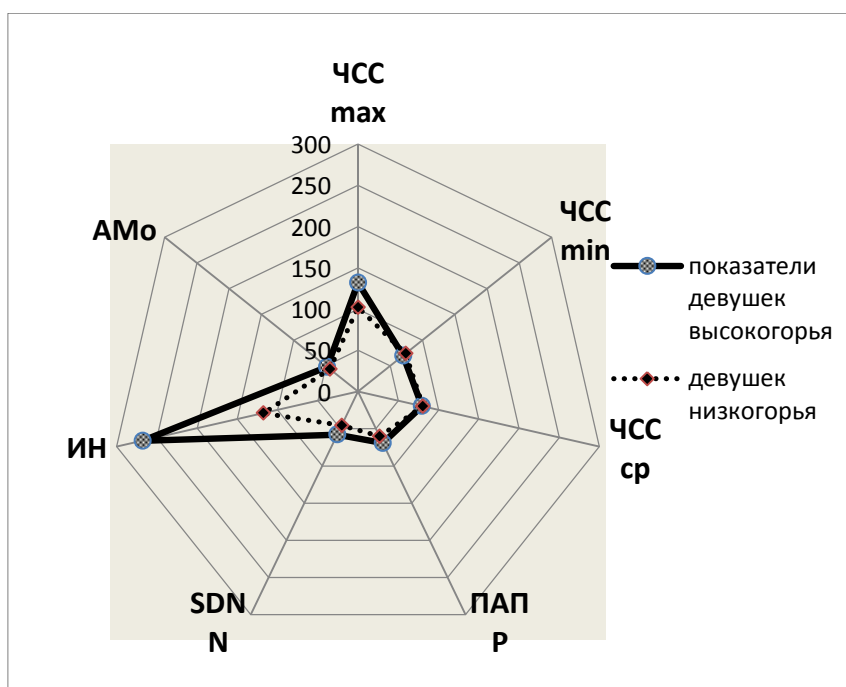


Рис.2. Показатели ВРС у девушек, проживающих в условиях высокогорья

Таджикистана и низкогорья Казахстана.

Показатель SDNN(CK) девушек, проживающих в разных регионах, практически одинаков и в среднем составил 51 ± 6 мс (Рис.2). Значение данного показателя на 30% меньше, чем у студентов-юношей высокогорья, и на 62% меньше студентов-юношей низкогорья, что свидетельствует о большей активности симпатической регуляции у девушек по сравнению с юношами независимо от места проживания. Величина Мо у девушек разных регионов, в соответствии с одинаковой ЧСС, одинакова и находится в пределах нижней границы нормы.

Таким образом, анализ общепринятых статистических показателей динамического ряда кардиоинтервалов и вариационной пульсометрии не выявил напряжения регуляторных систем в исследуемых группах студентов. Однако выявлена склонность к централизованному управлению ритмом сердца у девушек, особенно у таджичек, на что указывает повышение величины АМо до 48%. У девушек низкогорья АМо соответствует 43%. У юношей Таджикистана и Казахстана данный показатель отличается незначительно и составляет 42% и 39% соответственно.

Анализ значений вариационного размаха (BP) показал более выраженную активность подкорковых нервных центров по отношению к тону парасимпатической системы у казахстанских юношей. Значение BP у данной группы студентов несколько превышает норму и соответствует 0,49 сек. BP у таджикских юношей укладывается в средние значения нормы - 0,42сек.

Таким образом, у юношей, независимо от места их проживания, автономная регуляция более выражена, чем у девушек. Низкая степень адаптивных реакций выявлена у девушек высокогорья, о чем свидетельствуют высокие значения производных индексов variability их ритма сердца.

Диаграмма 1



Комплексные показатели ИВР, ВПР у данной группы студенток соответствуют высшей границе нормы, значения ПАПР и ИН превышают норму (диаграмма 1). Значение ПАПР превышает норму и у казахстанских девушек, но незначительно. Таким образом, ПАПР, при нормальных значениях других комплексных показателей, способен одним из первых показателей отражать снижение адаптационных возможностей организма и усиление активности центрального контура регуляции. Оптимальное соотношение между уровнем функционирования синусового узла и симпатической активностью отмечается у казахстанских юношей, на что указывает низкое значение ПАПР -50,5 ед. У юношей высокогорья данный показатель повышен и составляет 65,5

ед., при этом ВПР у юношей разных регионов одинаков и составляет 4,8 при нормальных значениях от 3 до 10. У девушек ВПР составляет 5,0 (у казахстанских) и 8,2 (у таджикистанских).

Таким образом, наши исследования не выявили выраженного напряжения регуляторных систем и признаков истощения резервных возможностей у студентов 2 курса.

Выводы:

1. Состояние регуляторных систем организма казахстанских студентов 2 курса удовлетворительное.

2. Снижение адаптационных возможностей организма, усиление степени централизации управления сердечным ритмом выявлено у девушек, проживающих в высокогорных районах Таджикистана.

3. Студенты-юноши второго курса обладают адекватной регуляцией функциональных систем независимо от высоты их места проживания над уровнем моря.

Список литературы:

1. Джайлобаева Э.А. Функциональное состояние вегетативной нервной системы и уровень хеморефлекторных реакций дыхания у уроженков различных горных высот, проживающих в низкогорье: Автореферат. дис...канд. мед.наук. Бишкек, 2013.- 117с.

2. Жуков М.В. Системные закономерности адаптации к комплексу эколого-физиологических факторов современного вуза: Автореферат. дис...канд. биол.наук. Ульяновск, 2008.- 24с.

3. Самохвалов В.Г., Самохвалов А.В. Динамика психологической и физиологической адаптации студентов к учебным нагрузкам./ Труды межведомственного научного совета по экспериментальной и прикладной физиологии//Под редакцией К.В.Судакова.- Том10, Физиологические основы здоровья студентов.- Москва.- 2001.- С. 84-106.

4. Халидова Л.М., Губарева Л.И. Динамика психофизиологических показателей в период адаптации к вузовской среде // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: www.science-education.ru/115-1203.

ТИЛТ-ТЕСТ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ У БОЛЬНЫХ ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ В ПОЖИЛОМ И СТАРЧЕСКОМ ВОЗРАСТЕ

Мусабекова Т.О., Шлейфер С.Г., Андрианова Е.В.

Кыргызско Российский Славянский Университет, г. Бишкек

aev.ar.81@mail.ru

TILT-TEST ON KARDIOINTERVALOGRAFIYA'S INDICATORS AT PATIENTS WITH DISCIRKULYATORNY ENCEPHALOPATHY AT ADVANCED AND SENILE AGE

Musabekova T. O., Shleifer S. G., Andrianova E. V.

Kyrgyzsko Rossiysky Slavic University, Bishkek

Резюме. Обследовано 82 больных с атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией II, III стадии в пожилом и старческом возрасте. Всем проведен тилт тест в утрене и вечернее время. Обнаружены изменения фоновых показателей кардиоинтервалографии и реактивности при тилт тесте у обследованных больных в зависимости от стадии патологического процесса и возраста.

Ключевые слова: атеросклеротическая дисциркуляторная энцефалопатия, тилт тест, кардиоинтервалограмма, пожилой, старческий возраст.

Summary. The study involved 82 elderly and senile patients with atherosclerotic discirculatory encephalopathy II, III stages. Everyone held upright tilt test in the morning and

evening. Changes of background indicators of cardiointervalography and reactivity in upright tilt test in examined patients were detected, they depended on the stage of the pathological process and age.

Keywords: atherosclerotic discirculatory encephalopathy, tilt upright test, cardiointervalogram, elderly, senile age.

Введение. Резервные возможности и механизмы адаптации организма с возрастом претерпевают значительные изменения и становятся более зависимыми от меняющихся условий внутренней и внешней среды [1]. Так, снижение функциональных резервов (ФР) и нарушение механизмов адаптации является одним из основных звеньев патогенеза различных процессов в организме [2,3], в частности, у больных с атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией (АДЭ). Объективным, простым и высокоинформативным функциональным тестом для исследования ФР нейрососудистой системы является тилт-тест (ортостатическая проба). В клинической практике его используют для оценки реактивности парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС), для дифференциальной диагностики обморочных состояний и др. [4,10].

Для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы информативным является аппаратный метод исследования - кардиоинтервалография и анализ variability сердечного ритма [2,5,6]. В наших исследованиях показано, что с возрастом изменяется состояние вегетативной нервной системы (ВНС), адаптивные и резервные возможности организма [7]. Вопрос об использовании тилт-теста с анализом variability сердечного ритма (BCR) у больных атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией (АДЭ) в клинической практике недостаточно изучен.

Цель исследования: сравнение показателей кардиоинтервалографии при активном тилт-тесте у больных атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией II, III стадии в пожилом и старческом возрасте.

Задача. Определить и сравнить показатели кардиоинтервалографии при активном тилт-тесте у больных АДЭ II, III стадии в пожилом и старческом возрасте.

Материалы и методы. В исследование включено 82 пациента пожилого (60-74 лет) и старческого возраста (75-88 лет) с клиническим диагнозом АДЭ II и III стадии. Сформировано 4 группы:

- 1) больные АДЭ II стадии пожилого возраста - 20 человек;
- 2) больные АДЭ II стадии старческого возраста - 21 человек;
- 3) больные АДЭ III стадии пожилого возраста - 19 человек;
- 4) больные АДЭ III стадии старческого возраста - 22 человека.

Для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы во всех группах проводили активный тилт-тест с регистрацией показателей кардиоинтервалографии (КИГ) по стандартному протоколу: в положении лежа в течение 7 мин, затем просили больного активно перейти в положение стоя и стоять прямо, без опоры для рук, в течение 7 минут. Исследование проводили в состоянии относительного покоя после 30 минутного отдыха в утреннее (8.00-10.00 часов) время в условиях, приближенных к основному обмену и вечернее (16.00-18.00 часов) - для оценки итога дневной активности (методика З.А.Лупинской, 2010). Оценивали следующие показатели КИГ: амплитуда моды (АМо), индекс напряжения регуляторных систем (ИН), общую мощность спектра волновых колебаний КИГ (TOTAL power), обозначаемый далее в тексте как TOTAL и симпато-вагальный индекс (LF\HF). Интерпретацию полученных данных КИГ проводили по нормативам, предложенным Р. М. Баевским (1998), Е.А. Березным и А.М. Рубиным (1997), Д.И. Жемайтис (1982). Полученные результаты исследования

обрабатывались с помощью пакетов прикладных программ ПК: «SPSS for Windows ver. 9.0» и электронных таблиц Microsoft Excel-2003.

Результаты исследования По результатам опроса во II стадии АДЭ у больных пожилого и старческого возраста преобладали следующие жалобы: нарушение памяти ($75 \pm 7\%$ и $97 \pm 3\%$) ($P < 0,05$), повышенная утомляемость и резкое снижение трудоспособности ($69 \pm 7,7\%$ и $90 \pm 5,5\%$) ($P < 0,05$), головокружения ($75 \pm 7\%$ и $97 \pm 3\%$) ($P < 0,05$), потемнение в глазах ($56 \pm 8\%$ и $73 \pm 8\%$), неустойчивость при ходьбе ($61 \pm 8\%$ и $80 \pm 7\%$) ($P < 0,05$), нарушения сна ($28 \pm 7\%$ и $50 \pm 9\%$) ($P < 0,05$), головная боль ($42 \pm 8\%$ и $60 \pm 9\%$) ($P < 0,05$), шум и тяжесть в голове ($33 \pm 8\%$ и $50 \pm 9\%$), общая слабость ($78 \pm 7\%$ и $90 \pm 5\%$), эмоциональная лабильность ($75 \pm 7\%$ и $87 \pm 6\%$), реже беспокоит общая потливость ($28 \pm 7\%$ и $27 \pm 8\%$) и другие. В неврологическом статусе у больных АДЭ во II стадии определялась отчетливая очаговая неврологическая симптоматика, представленная каким-либо одним из синдромов (табл.1). Ведущим синдромом в обеих возрастных группах является вестибулоатактический, реже встречались синдромы мозжечковой, пирамидной недостаточности, амиостатический, цефалгический, бульбарный (табл.1).

Таблица 1

Частота неврологических синдромов у больных АДЭ II, III стадии ($P \pm mp\%$)

Название синдро- мов.	АДЭ II стадии		АДЭ III стадии	
	Пожи- лой воз- раст N=36 ($P \pm mp\%$)	Старче- ский возраст N=30 ($P \pm mp\%$)	Пожи- лой воз- раст N=24 ($P \pm mp\%$)	Стар- ческий возраст N=30 ($P \pm mp\%$)
Синдром вестибуло- атактический	67 ± 8	53 ± 9	70 ± 8	$74 \pm 8^*$
Синдром амиоста-	$19 \pm 6,6$	$30 \pm 8 \blacksquare$	$49 \pm 9^*$	$52 \pm 9^*$
Синдром мозжечко- вой недостаточности	$2,8 \pm 3$	7 ± 5	$25 \pm 8^*$	$36 \pm 9^*$
Синдром пирамид- ной недостаточно-	$3 \pm 2,7$	$10 \pm 5,5$	$10 \pm 5,5$	$13,3 \pm 6$
Синдром бульбар-	3 ± 3	$7 \pm 4,6$	$29 \pm 8^*$	$33 \pm 9^*$
Синдром эпилепти- ческий	-	-	8 ± 5	$7 \pm 4,5$
Синдром цефалги- ческий	8 ± 4	13 ± 6	$21 \pm 7^*$	$30 \pm 8^*$
Синдром дементный	-	-	28 ± 8	$52 \pm 9^*$

Примечание:

*- достоверные различия частоты встречаемости неврологических синдромов между больных АДЭ II и III стадии в соответствующих возрастных группах.

■- достоверные различия частоты встречаемости неврологических синдромов у больных АДЭ II, III стадии между лицами пожилого и старческого возраста.

В III стадии АДЭ, в отличие от II, количество жалоб становилось значительно меньше, что связано с нарастанием неврологического дефицита и снижением критики больных к своему состоянию. Так, при подробном расспросе больные в пожилом и старческом возрасте отмечали соответственно: снижение памяти ($40 \pm 9\%$ и $33 \pm 9\%$), не-

устойчивость при ходьбе ($83 \pm 7\%$ и $90 \pm 5\%$), шум и тяжесть в голове ($90 \pm 5\%$ и $93 \pm 4,5\%$), повышенную утомляемость и резкое снижение трудоспособности ($33 \pm 9\%$ и $27 \pm 8\%$), головокружение ($99 \pm 1\%$ и $99,7 \pm 0,3\%$), потемнение в глазах ($83 \pm 7\%$ и $90 \pm 5\%$), нарушения сна ($60 \pm 9\%$ и $67 \pm 9\%$), головную боль ($99 \pm 1\%$ и $97 \pm 3\%$), эмоциональную лабильность (67 ± 9 и 63 ± 9), реже - общую потливость ($7 \pm 4,5\%$ и $3 \pm 3\%$). В неврологическом статусе у больных АДЭ III стадии очаговая симптоматика была представлена двумя и более синдромами, причем в старческом возрасте она грубее.

Ведущим неврологическим синдромом как в пожилом так и старческом возрасте был-вестибулоатактический ($94 \pm 3\%$) который, чаще всего сочетался с амиостатическим ($42 \pm 10\%$ и $46 \pm 9\%$), несколько реже с пирамидным ($8 \pm 6\%$ и $10 \pm 5,5\%$), мозжечковым ($12 \pm 7\%$ и $17 \pm 7\%$), бульбарным ($17 \pm 8\%$ и $17 \pm 7\%$), цефалгическим ($21 \pm 8\%$ и 30 ± 8), дементным ($8 \pm 6\%$ и $30 \pm 8\%$) синдромами соответственно и другими (табл.1). У больных АДЭ III стадии наблюдались пароксизмальные состояния - падения, обмороки ($17 \pm 8\%$ и $20 \pm 7\%$), эпилептические припадки ($8 \pm 6\%$ и $13 \pm 6\%$), что еще больше отличает III стадию АДЭ от II. Наряду с прогрессированием неврологической симптоматики нарастали расстройства высших мозговых функций: памяти, интеллекта вплоть до уровня деменции. Больные АДЭ III стадии оказывались нетрудоспособными, в тяжелых случаях нарушалась их социальная и бытовая адаптация и, как правило, они нуждались в постоянном уходе.

По данным кардиоинтервалографии у больных АДЭ II стадии в пожилом возрасте достоверных различий между утренними и вечерними фоновыми значениями КИГ не обнаружено ($P > 0,05$), за исключением симпато-вагального индекса, который был значительно выше утром ($LF/HF = 3,7 \pm 0,7$) и указывал на преобладание симпатических влияний на ритм сердца ($P < 0,05$).

При этом реакция на тилт-тест была адекватная, как в утреннее, так и вечернее время и характеризовалась достоверным увеличением показателей LF/HF на $63,1\%$ и уменьшением TOTAL power на 41% ($P < 0,05$) при переходе пациента из горизонтального положения в вертикальное, что отражало симпатическую направленность реакции. При этом показатели АМо, ИН во время тилт-теста достоверно не изменялись ($P > 0,05$).

У больных АДЭ II стадии в старческом возрасте статистические показатели КИГ определялись выше в вечернее время ($АМо = 70 \pm 6$ и $ИН = 402,4 \pm 12,8$), чем в утреннее ($АМо = 52 \pm 4$ и $ИН = 344 \pm 13$) ($P < 0,05$), что свидетельствует о росте напряжения регуляторных механизмов к вечеру. На этом фоне во время проведения тилт-теста показатель LF/HF увеличивался на 32% , показатель общей мощности спектра (TOTAL power) снижался на $24,3\%$, причем данные изменения значительно меньше, чем у больных АДЭ II стадии в пожилом возрасте ($P < 0,05$). Снижение реактивности при тилт-тесте в данной возрастной группе можно считать относительно благоприятным фактором, свидетельствующим о состоянии субкомпенсации патологического процесса.

У больных АДЭ III стадии в пожилом возрасте, по фоновым показателям КИГ, отмечалось выраженное напряжение регуляторных систем ($ИН = 1281 \pm 197$) и низкие значения общей мощности спектра ($TOTAL = 354 \pm 44,5$) в утреннее время, рост симпатической активности ($АМо = 81 \pm 8$, $LF/HF = 4,2 \pm 6$) в вечернее, что достоверно отличалось от аналогичных показателей у больных АДЭ II стадии ($P < 0,05$). Во время проведения тилт-теста у больных АДЭ III стадии в пожилом возрасте у 76% обследованных выявлена ареактивность, показатели КИГ изменялись не достоверно ($P < 0,05$), у 24% наблюдалась парадоксальная реакция, при которой изменения показателей КИГ было трудно интерпретировать из-за их неоднородности.

У больных АДЭ III стадии в старческом возрасте по данным фоновых значений КИГ прослеживается активация симпатических влияний на ритм сердца ($АМо = 80 \pm 2,1$) в утреннее время, сопровождающаяся выраженным напряжением регуляторных механизмов

(ИН=1199±154), причем напряжение регуляторных механизмов сохраняется и в вечернее время (ИН=863±178). Во время проведения тилт-теста в данной группе у 33% пациентов выявлены парадоксальные реакции, у 67% - выраженные симпатические реакции, в виде увеличения показателей АМо на 22,5%, ИН на 6,8%, LF\HF на 62,5%. Подобные симпатические реакции на проводимую пробу мы наблюдали у больных АДЭ II стадии, однако у больных АДЭ III стадией в старческом возрасте данные изменения происходили на фоне очень низких значений показателя общей мощности спектра (TOTAL=346±50). Это свидетельствует о неадекватном расходовании симпатической энергии и быстром истощении организма, а точнее о декомпенсации патологического процесса, что в итоге может привести к срыву регуляторных механизмов и летальному исходу.

Таким образом, по данным неврологического обследования и анализа функционального состояния ВНС у обследованных больных можно отметить зависимость изменений показателей КИГ при тилт тесте от стадии патологического процесса и возраста пациента. Исходя из полученных результатов, можно предположить, что больные АДЭ II стадии находятся на этапе субкомпенсации патологического процесса, а больные АДЭ III стадии на этапе декомпенсации. Однако мы знаем, что срыв регуляции, развитие острого нарушения мозгового кровообращения [8,9] может развиваться на любой из стадий АДЭ, это объясняется мультифакторностью заболевания и подтверждает значимость влияния экзогенных факторов на течение и исход болезни. Полученные данные могут свидетельствовать, что старение и развитие АДЭ протекают далеко не всегда параллельно, ошибочно в клинической практике ставить знак равенства между ними.

Выводы.

1. У больных АДЭ II стадии в пожилом возрасте реакция на тилт-тест адекватная, а в старческом отмечается достоверное уменьшение ее выраженности. Данные изменения происходят на фоне «жесткости ритма» - отсутствия разницы между утренними и вечерними значениями КИГ в обеих возрастных группах и умеренного напряжения регуляторных механизмов в старческом возрасте.

2. У больных АДЭ III стадии в пожилом возрасте при проведении тилт-теста обнаружены ареактивность и парадоксальные реакции, а в старческом возрасте, кроме перечисленного, выявлено выраженное увеличение показателей АМо, ИН, LF\HF, свидетельствующие о симпатической активности, на фоне снижения TOTAL power. Данные изменения происходят на фоне активации симпатической регуляции и значительного напряжения регуляторных структур.

Список литературы:

1. Холостова Е.И., Рубцов А.В. Социальная геронтология: Уч.пособие.- М.: Изд-торговая Корпорация «Дашков и К», 2005.
- 2.Баевский Р.М., Берсенева А.П., Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний - М.; Медицина, 1997.-237с.
3. Гурин В.Н., Дмитриев А.С., Голуб Д.М. и др. Вегетативная нервная система в регуляции функций. // МН. 1989; 269.
4. Атаханов Ш.Э., Робертсон Д. Ортостатическая гипотония и вегетативная недостаточность (механизмы и классификации). // Кардиология. 1995; 3:41-50.
- 5.Баевский Р.М., Казначеев В.П. Диагноз донозологический. М., БМЭ, 1978, т.7, с.253-255
- 6.Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения – М.: Медицина, 2000. –295с.
7. Адаптационные возможности системной гемодинамики у людей различного возраста в условиях низкогогорья Кыргызской Республики. Андрианова Е.В., Рекаева М.И., Lupinskaya З.А., Шлейфер С.Г., Мурзалиев А.М., Центрально-Азиатский медицинский журнал, Бишкек. -2010. – С. 143-145

8. Боголепов Н.К. Церебральные кризы и инсульт.- М.; Медицина, 1971.-207с.
- Вейн А.М. “Вегетативные расстройства” – Москва. 2000. – 749 с.
9. Яхно Н.Н., Штульман Д.Р. «Болезни нервной системы» 2003г.
10. Schatz I.I. Orthostatic Hypotension. II. Clinical Diagnosis, Testing and Treatment. // Arch. intern, med. 1984. 144:5:1037-1044.

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ДИАГНОЗ У БОЛЬНЫХ С ПОВЕРЖДЕННЫМ ИЛИ НЕЗРЕЛЫМ МОЗГОМ

Мышляев С.Ю.

Реабилитационный центр г.Нижний Новгород

info@kdm52.ru

THE REHABILITATION DIAGNOSIS AT PATIENTS WITH POVERZHDENNY OR UNRIPE BRAIN

Myshlyayev S. Y.

Rehabilitation center of Nizhny Novgorod

Аннотация: Для разработки реабилитационного диагноза Всемирная организация здравоохранения рекомендует использовать Международную классификацию функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья. В России же используют другие принципы ограничения жизнедеятельности. В основе новой классификации, основанной на научном открытии положен онтогенетический принцип восстановления двигательных, психических и речевых функций. Восстановление уже сформировавшихся дефектов у больных с поврежденным или незрелым мозгом осуществляется на основе возвратного нейроонтогенеза. при десинхронизации биоэлектрической активности ЦНС.

Ключевые слова: функция, структура, мозг, реабилитации-онный диагноз, научное открытие, двигательный, психический и речевой дефекты

Abstract: The International classification of functioning, disabilities and health is recommended by the International Health Organization for usage to develop a rehabilitation diagnosis. Other principles of limitation on vital functioning have been used in Russia. The central part of the new classification based on the scientific discovery is the ontogenetic approach to motor, psychical and speech functions regeneration. Regeneration of the formed impairments of the patients with defective or immature brain is done on the basis of recurrent neuro-ontogenesis by desynchronisation of electrobiological activity of the central nervous system (CNS).

Keywords: function, structure, brain, rehabilitation diagnosis, scientific discovery; motor, psychical and speech impairment

Для разработки реабилитационного диагноза имеется хорошая «точка опоры» - Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ), принятая ВОЗ в 2001 г. Основным её отличием является переход от классификации «структурных повреждений» (МКБ -10, Международная классификация болезней десятого пересмотра) к классификации «функциональных нарушений». Переход от МКБ к МКФ - это мощный методологический труд, подготовленный ведущими мировыми экспертами. МКФ показывает, что здоровье человека – это не только отсутствие болезней, но и многое другое, вплоть до того, что его окружает – экология, социальная обстановка. В классификации детально прописано, из чего состоит здоровье, и что нужно сделать, чтобы человек восстановился, обозначены факторы влияния.

В настоящее время основанием для установления инвалидности в РФ являются стойкие ограничения жизнедеятельности (ОЖД) в установленных законом категориях. Категорий этих всего 7 и устанавливаются они в Бюро медико-социальной экспертизы (ранее ВТЭК). К этим основным категориям жизнедеятельности человека относятся:

1. способность к самообслуживанию;
2. способность к самостоятельному передвижению;
3. способность к ориентации;
4. способность к общению;
5. способность контролировать свое поведение;
6. способность к обучению;
7. способность к трудовой деятельности

При составлении МКФ были приняты основополагающие принципы:

- универсальность;
- равенство;
- нейтральность;
- факторы окружающей среды;
- интерактивность.

МКФ является классификацией здоровья и всех обстоятельств, которые связаны со здоровьем. Она принята ООН как одна из социальных классификаций, на которую ссылаются и в которой реализуются «Стандартные правила по созданию равных возможностей для лиц с ограничениями жизнедеятельности» (утверждены на 48 сессии Генеральной ассамблеи ООН 20 декабря 1993 г.). МКФ вводит понятия здоровья и показателей, связанных со здоровьем. Эти показатели описаны с позиций организма, индивида и общества посредством двух основных перечней:

- функции организма (Body);
- активность (Activity) и участие (Participation).

Таблица 1

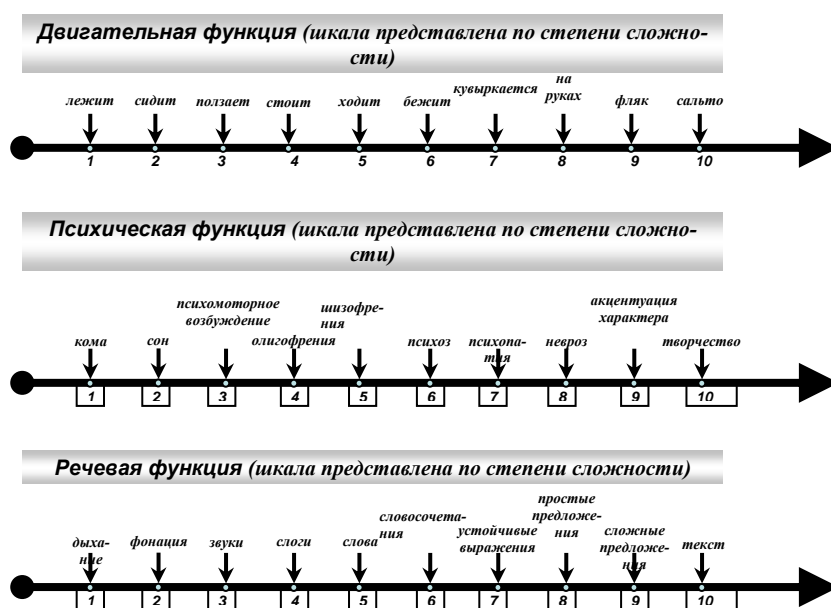
Дефекты у людей с незрелым или поврежденным мозгом			
Виды нарушений Этажи мозга	Двигательные	Поведенческие	Речевые
0 – I этаж	Спинальные и бульбарные	Инволюционные и органические	Фонетические и фонематические
I – II этаж	Таламические и экстрапиримидные	Шизофреноподобные и шизоаффективные	Морфологические и синтаксические
II – III этаж	Полушарные и межполушарные	Психопатоподобные и невротические	Лексические и грамматические
III – IV этаж	Интегративные и высокоавтоматизированные	Креативные и нравственные	Стилистические и семантические

Однако остаются проблемы с классификацией самих нарушенных функций. Решение этого вопроса базируется на уровне физической, психической и речевой зрелости человека, которые разрабатываются восстановительной медициной и коррекционной педагогикой. Эти принципы тесно связаны с биопсихосоциальной моделью человека. Данные принципы были описаны в научном открытии Мышляева С.Ю. «Явление восстановления структурно-функциональной зрелости мозга человека в онтогенезе», опубликованной РАЕН в 2007 г. Это уже настоящий научный прорыв в области нейронаук (табл. № 1)

Для оценки эффективности реабилитационных мероприятий, автором разработана шкала развития основных функций (движение, поведение, речь), которая показывает вектор развития человека в баллах (10-балльная шкала): **ДВИГАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ** (шкала состоит из моторных единиц): лежит – двигает конечностями – держит голову – сидит – ползает – стоит – ходит – бежит – кувыркается – стоит на руках – фляк – сальто;

- **ПСИХИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ** (шкала состоит из поведенческих единиц): кома – сон – сопор – психомоторное возбуждение – олигофрения – шизофрения – психоз – психопатия – невроз – акцентуация характера – творчество;

- **РЕЧЕВАЯ ФУНКЦИЯ** (шкала состоит из языковых единиц): дыхание – фонация – артикуляция звуков – слоги – слова – устойчивые выражения – простые предложения – сложные предложения – простой текст – сложный текст.



Необходимо различать клинический и реабилитационный диагноз у психоневрологических больных и людей с речевыми нарушениями. Клинический диагноз основан на принципах МКБ, а реабилитационный – на принципах, описанных в научном открытии Мышляева С.Ю. В основу клинического диагноза у этого контингента больных положен структурный принцип, а в основу реабилитационного диагноза положен функциональный принцип. Клиническим диагнозом пользуются в лечебных учреждениях (больница, поликлиника, диспансер), а реабилитационным диагнозом должны пользоваться в реабилитационных (восстановительных) центрах, в санаториях-профилакториях, дошкольных и школьных учреждениях, в интернатах, домах ребёнка, домах для престарелых и домах милосердия (хоспис). Надо сказать, что в рамках оценки клинического диагноза (неврологический, психиатрический, логопедический), специалисты до сих пор пользуются только патогенетическими (статическими) показателями. Если уж когда-либо был установлен диагноз у больного с повреждённым или не-

сформированным мозгом, то его никто и никогда не снимет. По этим принципам – это приговор. С помощью технологий, которые были до XXI в., учёные не могли «сдвинуть с места» этот патологический дефект (несформированные или утраченные функции). Это связано с новым свойством мозга – нейропластичностью. Кроме того разработана модель реабилитационного диагноза, которая позволяют оценить человека в целом – интегрально (табл. № 2).

Таблица 2.

Формы организации	Рефлекс		Инстинкт		Сознание		Личность		Индивидуальность	
Виды реагирования	безусловный	условный	непривитый	привитый	суженное	ясное	незрелая	зрелая	неполная	полная
Уровень развития	Тератогенные синдромы		Синдромы недоразвития		Задержка развития		Нормальное развитие		Ускоренное развитие	
Двигательные элементы	фибрилляции	фасцикуляции	Двигает конечностями	Сидит	Стоит на ногах	Прыгает	Куврыкается	Стоит на руках	Фляк	Сальто
Поведенческие элементы	Кома	Сопор	Коллапс	Олигофрения	Шизофрения	Психоз	Психопатия	Невроз	Акцентуация характера	Творчество
Речевые элементы	Фон дыхания	Глотание	Звук жевания	Звук артикуляция	Слог гуление	Слово	Слово сочетающее	Простое предложение	Сложное предложение	Простой текст
Баллы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Разработанные принципы структуры реабилитационного диагноза для больных с проблемами нервной системы, психики и речи оказались вполне приемлемыми. При этом используется следующий порядок размещения элементов реабилитационного диагноза.

1. Степень развития человека (тератогенный синдром, синдром недоразвития, задержанное развитие, нормальное развитие, ускоренное развитие)

2. Степень и уровень сформированности двигательных, психических и речевых функций.

3. Бальная оценка уровня физической (Ф от 1 до 10), психической (П от 1 до 10) и речевой (Р от 1 до 10) зрелости - (Ф – П - Р).

4. Реабилитационный потенциал (высокий, средний и низкий).

5. Дефект (двигательный, психический и речевой) и его выраженность.

На первое место по структуре заболеваемости и социальной значимости выходят онкологические больные. Научное сообщество очень прицельно посмотрело на эту проблему и применило новую модель онкологического (реабилитационного) диагноза - (Т–М–N):

Т – тумор (по лат. tumor) или опухоль;
М – метастазы (по лат. metastasis) или другие очаги;
N – нодулюс (по лат. nodulus) или степень увеличения лимфатических узлов.

На второе место по структуре заболевания и социальной значимости выходят не сердечно-сосудистая патология, а проблемы нервной системы, психики и речи. По данным ВОЗ и ЮНЕСКО в XXI веке этих заболеваний прогнозируется в 2,5 раза больше, чем в XX веке.

Выраженность дефекта может быть при различной функциональной недостаточности (моторная, поведенческая и речевая). Например:

Первый пример реабилитационного диагноза: Ф-3; П-3; Р-3 Физическое развитие на уровне 3 баллов (Ф-3) – Двигательное недоразвитие. Синкинезии. Двигает конечностями. Психическое развитие на уровне 3 баллов (П-3)–Психическое недоразвития. Вегетативное состояние. Поведение на уровне коллапса. Речевое развитие на уровне 3 баллов (Р-3).

Речевое недоразвитие. Вокализация. Общение на уровне звука. Физический, психический и речевой дефекты выражены. Это соответствует следующим клиническим диагнозам: Последствие открытой черепно-мозговой травмы, суб - и эпидуральная гематома, менингоэнцефалит, с костно-пластической трепанацией черепа, тетрапарез, психоорганический синдром, моторная афазия (Шифр МКБ-10: Т 90.5; Т 91.2; R 47.8; R 49.1) или Детский церебральный паралич гемипаретическая форма, олигофрения, системное недоразвитие речи (Шифр МКБ-10: G 80.2; F 71.0; G 93.4; F 70).

Второй пример реабилитационного диагноза: Ф - 3; П – 8, Р- 9. Физическое развитие на уровне 3 баллов (Ф-3)–Двигательное недоразвитие. Синкинезии. Двигает конечностями. Психическое развитие на уровне 8 баллов (П-8)–Нормальное психическое развитие. Конфликт. Поведение на уровне невроза. Речевое развитие на уровне 9 баллов (Р-9) – Ускоренное речевое развитие. Полилог. Общение на уровне простого текста. Физический дефект выраженный, психический дефект – нет или возрастная норма. Речевой дефект – нет или возрастная норма. Это соответствует следующим клиническим диагнозам: Последствие спинальной травмы на уровне Th-4-5 с нижним спастическим парапарезом, тазовые нарушения. Пролежни. (Шифр МКБ-10: Т 91.3) или Детский церебральный паралич, синдром Литля (парапарез ног) (Шифр МКБ-10: G 80.1)

Список литературы:

1. Мышляев С.Ю. Научное открытие «Явление восстановления структурно-функциональной зрелости мозга человека в онтогенезе», 2007 г. Диплом № 339 выдан Российской Академией Естественных наук. Регистрационный № 42412.
2. Епифанов В.А., Епифанов А.В. Реабилитация в травматологии.- М.:ГЭОТАР-Медиа, 2010.-336 с.
3. Епифанов В.А., Епифанов А.В. Реабилитация в неврологии.- М.:ГЭОТАР-Медиа, 2015.- 416 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ШКОЛЬНИКОВ ЮГРЫ В УСЛОВИЯХ САНАТОРНОГО ЛЕЧЕНИЯ

Нифонтова О.Л., Шакирова Л.С., Синенко Д.В., Гараева Г.Р.
БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»
г. Сургут, проспект Ленина, 1
liavita@list.ru

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HEART RATE VARIABILITY PARAMETERS OF YUGRA PUPILS IN THE CONDITIONS OF HEALTH RESORT TREATMENT.

Nifontova O.L., Shakirova L.S., Sinenko D.V., Garaeva G.R.
Surgut State University

Резюме. В условиях санаторного лечения анализировались параметры сердечно-сосудистой системы школьников при широтных перемещениях. Результат проведенного исследования показал, что кратковременное лечение в санатории сужает размеры квазиаттрактора вектора состояний организма человека и частично нормализует показатели кардиореспираторной системы детей.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, школьники, санаторное лечение.

Summary. In the conditions of sanatorium treatment the parameters of the cardiovascular system of schoolchildren with the latitudinal displacements were analyzed. The results of the study revealed that short-term treatment reduces the size of quasi-attractor vector of conditions of the human body and partially normalizes the indicators of the cardio-respiratory system of children.

Keywords: variability of a cordial rhythm, school students, sanatorium therapy.

Введение. Исследование адаптационных возможностей организма школьников, к действию различных климатоэкологических факторов, является важной характеристикой параметров функционального состояния организма. Особое внимание в изучении адаптационных сдвигов уделяется сердечно-сосудистой системе (ССС). Наиболее доступным для регистрации параметром, отражающим процессы регуляции ССС, является ритм сердечных сокращений, динамические характеристики которого позволяют оценить выраженность симпатических и парасимпатических сдвигов, при изменении физиологического состояния исследуемого. В соответствии с вышеизложенным, целью нашего исследования является изучение изменения динамики функциональных систем организма детей (у нас это состояние ССС) в условиях санаторного лечения [1-5].

Объекты и методы исследования. В ходе проведения настоящего исследования использованы результаты мониторингового обследования состояния ССС 55 школьников (25 мальчиков и 30 девочек) г. Сургута. Критерии включения: возраст учащихся 7-14 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований. Тестирование выполнялось в 4-х разных временных промежутках: 1-й этап - до отъезда детей в санаторий Юный Нефтяник (г. Туапсе); 2-ой этап - по прилету в санаторий; 3-й этап в конце отдыха перед вылетом из санатория; 4-й этап непосредственно по соответствию с вышеизложенным прилету в г.Сургут.

Информацию о состоянии параметров ССС учащихся получали методом пульсоинтервалографии на базе приборно-программного обеспечения пульсоксиметра «ЭЛОКС-01». Регистрация параметров ССС обследуемых производилась в шестимерном фазовом пространстве состояний (ФПС) общего вектора состояния ССС (ВСС) в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=6$. Эти координаты x_i состояли из: x_1 – СИМ – показа-

тель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), у.е.; x_2 – PAR – показатель активности парасимпатического отдела ВНС, у.е.; x_3 – SSS – число ударов сердца в минуту; x_4 – SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_5 – INB – индекс напряжения (по Р.М.Баевскому); x_6 – SpO₂ – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина) [6, 7].

Обсуждение полученных результатов. Полученные результаты первоначально обрабатывались методами математической статистики с помощью программного продукта Statistica version 6.1. Не все описываемые параметры подчиняются закону нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. Выполненный анализ с использованием критерия Вилкоксона продемонстрировал отсутствие статистически значимых различий при сравнении большинства параметров ССС и ВНС (таб.1), что подчеркивает малоэффективность использования детерминистско-стохастического подхода. Одновременно для учёта элементов хаоса, в динамике параметров ССС, нами использовались методы теории хаоса-самоорганизации[4-6].

Таблица 1

Уровни значимости p для попарных сравнений интегрально-временных параметров x_i ССС мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) при широтных перемещениях в четырех связанных выборках с помощью критерия Вилкоксона.

Группы	Уровни значимости p для признаков x_i					
мальчики	p -SIM	p -PAR	p -SSS	p -SDNN	p -INB	p -SPO2
1 и 3	0,40	0,97	0,85	0,68	0,92	0,00
1 и 4	0,08	0,01	0,00	0,01	0,04	0,66
2 и 3	1,00	0,79	0,79	0,77	0,65	0,57
2 и 4	0,16	0,06	0,02	0,15	0,04	0,07
3 и 4	0,24	0,03	0,04	0,14	0,13	0,03
девочки						
1 и 2	0,47	0,24	0,28	0,07	0,16	0,84
1 и 3	0,10	0,02	0,01	0,03	0,06	0,47
1 и 4	0,87	0,13	0,36	0,29	0,63	0,66
2 и 3	0,26	0,11	0,09	0,20	0,19	0,03
2 и 4	0,85	0,79	0,46	0,65	0,69	0,68
3 и 4	0,02	0,12	0,02	0,11	0,27	0,78

Примечание: p - достигнутый уровень значимости при попарном сравнении с помощью критерия Вилкоксона.

Дальше мы рассчитываем параметры квазиаттракторов (КА) ВСС в шестимерном фазовом пространстве состояний, т.к. изменения данных параметров более существенны, чем результаты стати-стической обработки первичных данных. Значение общего объёма многомерного параллелепипеда V valeu получены в результате обработки статистических данных в программе Identity 4.

Анализ результатов показал (рис. 1), что объём КА после приезда в санаторий Юный нефтяник (2-я точка), по сравнению с 1 точкой (до приезда в санаторий ЮН), у мальчиков уменьшился в 4,8 раза ($V_G=1,56 \cdot 10^8$ у.е.), а у девочек в 1,8 раза ($V_G=1,47 \cdot 10^9$ у.е.). После отдыха (3 точка) объём КА у мальчиков и девочек продолжает снижаться и составляет $0,59 \cdot 10^8$ у.е. и $1,18 \cdot 10^9$ у.е. соответственно. После возвращения в г.Сургут (4 точка) объём КА у мальчиков снижается в 2,3 раза, а у девочек в 4,7 раза, по сравнению с наблюдаемым объемом КА 1 точки. Уменьшение объёма КА говорит о хорошем оздоравливающем эффекте двухнедельного пребывания в санато-

рии на параметры организма школьников. В частности, у девочек реакция более выраженная и стойкая, чем у мальчиков, которые показали в 4-й точке частичный возврат в исходное состояние (до отъезда).

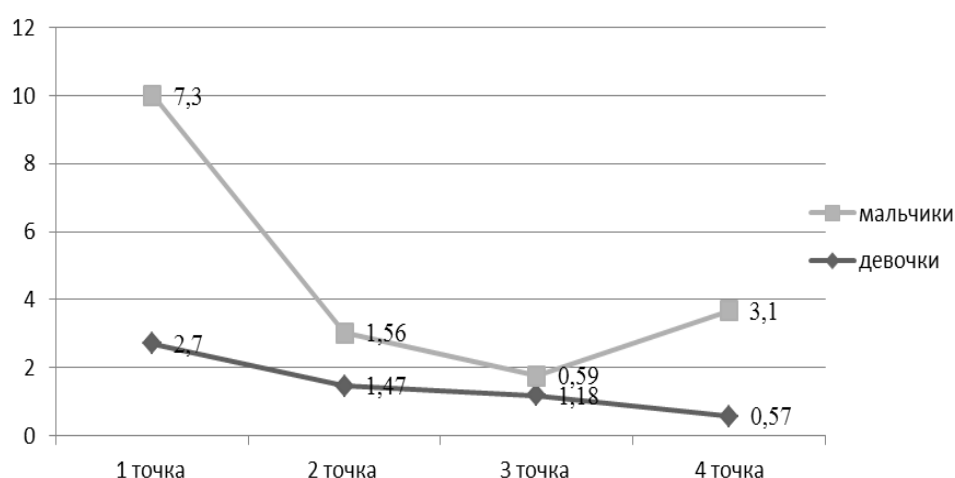


Рис. 1. Динамика изменения объемов КА (у.е.) интегрально-временных параметров ССС школьников в условиях санаторно-курортного лечения. Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в санаторий Юный нефтяник; 3 точка исследования - отъезд из Юного нефтяника в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

Далее представлены результаты расчёта межаттракторных расстояний Z_{ij} для всех квазиаттракторов (таб. 2). Параметр Z_{ij} (i и j – номера обследуемых групп) – расстояние между центрами хаотических квазиаттракторов двух изучаемых групп (ком-партментов) испытуемых. Данная матрица демонстрирует все возможные расстояния между хаотическими центрами КА.

Таблица 2

Матрица идентификации расстояний (Z_h , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов интегрально-временных показателей ССС и ВНС организма школьников в условиях санаторного лечения в 6-ти мерном фазовом пространстве.

Точка исследования	девочки					
	1	2	3	4	сумма	среднее
1	$z_{11}=0,00$	$z_{12}=15,9$	$z_{13}=21,9$	$z_{14}=7,75$	45,71	15,23
2	$z_{21}=15,9$	$z_{22}=0,00$	$z_{23}=6,32$	$z_{24}=8,48$	30,78	10,26
3	$z_{31}=21,9$	$z_{32}=6,32$	$z_{33}=0,00$	$z_{34}=14,5$	42,81	14,27
4	$z_{41}=7,75$	$z_{42}=8,48$	$z_{43}=14,5$	$z_{44}=0,00$	30,74	10,20
Точка исследования	мальчики					
	1	2	3	4	сумма	среднее
1	$z_{11}=0,0$	$z_{12}=4,9$	$z_{13}=3,6$	$z_{14}=14,2$	22,86	7,62
2	$z_{21}=4,9$	$z_{22}=0,0$	$z_{23}=2,7$	$z_{24}=13,7$	21,46	7,15
3	$z_{31}=3,6$	$z_{32}=2,7$	$z_{33}=0,0$	$z_{34}=12,8$	19,31	6,46
4	$z_{41}=14,2$	$z_{42}=13,7$	$z_{43}=12,8$	$z_{44}=0,00$	40,83	13,6

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в санаторий Юный нефтяник; 3 точка исследования - отъезд из Юного нефтяника в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

Установлено, что наибольшее межаттракторное расстояние Z_{ij} в группе девочек отмечаются между 1 и 3 точками ($z_{13}=21,98$ у.е.), а у мальчиков между 1 и 4 точками ($z_{41}=14,24$ у.е.). Наименьшее расстояние Z_{ij} между центрами хаотических КА у мальчиков и девочек наблюдаются между 2 и 3 точками. В группе мальчиков при общем (суммарном) значении, расстояние Z_{ij} между 2 и 3 точками снижается, что говорит об оздоровительном эффекте пребывания в санатории на параметры организма. Однако, между 3 и 4 точками резко увеличивается в 2,1 раза, что говорит об особенностях влияния возвращения в Югру, когда после отдыха произошли значимые перестройки в организме ребенка. В группе девочек при общем (суммарном) значении расстояние Z_{ij} между 2 и 3 точками увеличивается, затем уменьшается между 3 и 4 точками практически до уровня 2 состояния и составляет 30,74 у.е., что говорит об оздоровительном эффекте пребывания в санатории на параметры организма девочек.

Выводы:

1. Результат анализа параметров сердечно-сосудистой системы школьников при широтных перемещениях, находящихся в условиях санаторного лечения с позиции стохастичности, показал, что поведение кардиоинтервалов носит всё-таки хаотический характер. Отсюда следствие – традиционная стохастика в описании кардиоинтервалов имеет низкую эффективность, в сравнение с методами ТХС в виде расчёта параметров квазиаттракторов.

2. Используя метод расчёта параметров квазиаттракторов (объём параллелепипеда V_G) мы показали, что кратковременное лечение в санатории уменьшает размеры квазиаттрактора ВСС и частично нормализует показатели кардиореспираторной системы детей.

3. Метод расчёта матриц межаттракторных расстояний в m -мерном фазовом пространстве представляет определённую количественную оценку адаптационных резервов организма. При общем (суммарном) значении расстояние Z_{ij} между 3 и 4 точками у мальчиков резко увеличивается в 2,1 раза, а у девочек уменьшается практически до уровня 2-го состояния. Это говорит об оздоровительном эффекте пребывания в санатории на параметры организма девочек и свидетельствует о напряжении функциональных резервов параметров организма мальчиков.

Список литературы:

1. Ведясова О.А., Еськов В.М., Филатова О.Е. Системный компартментно-кластерный анализ механизмов устойчивости дыхательной ритмики млекопитающих. Самара: Офорт, 2005. — 198 с.
2. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Новые методы изучения интервалов устойчивости биологических динамических систем в рамках компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. 11. № 3. С. 5-6.
3. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Проблема выбора оптимальных математических моделей в теории идентификации биологических динамических систем // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2004. Т. 3. № 2. С. 150-152.
4. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.
5. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.
6. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.

7. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3-24.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЕТЕЙ 3 И 4 ЛЕТ В ЗИМНИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Оникул Е.В.

ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина»,
г. Сыктывкар
onikulkat@mail.ru

VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM OF CHILDREN OF 3 AND 4 YEARS DURING THE WINTER AND SUMMER PERIODS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH

Onikul E. V.

The Syktyvkar state university of Pitirim Sorokin, Syktyvkar

Резюме. С помощью временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма проведено исследование сердечнососудистой системы детей 3 и 4 лет по сезонам года. Выявлена динамика показателей у детей 3 лет, которая, по-видимому, определена физиологическими изменениями сердечнососудистой системы детей в связи с взрослением и переходом от 3 к 4 годам. У четырёхлетних детей отсутствует значимое изменение показателей в зависимости от сезона. Выявлены индивидуальные особенности изменения спектральных показателей сердечного ритма и однонаправленное изменение временных показателей в ответ на ортостатическую пробу у детей обоих возрастов.

Ключевые слова: электрокардиограмма, спектральный анализ вариабельности сердечного ритма, дети, Север, активная ортостатическая проба.

Resume. With time and spectral analysis of heart rate variability in a study of the cardiovascular system of children 3 and 4 years old by seasons. The dynamics of indicators in children 3 years old, which, apparently, determined by physiological changes in the cardiovascular system of children in connection with the maturation and the transition from 3 to 4 years. At four-year children no significant change in rates depending on the season. Identified individual characteristics of spectral changes of heart rate and unidirectional change time parameters in response to orthostatic test in children of both ages.

Keywords: electrocardiogram, spectral analysis of heart rate variability, children, North, active orthostatic test.

Введение. Климатогеографические факторы Севера с их резкими суточными колебаниями - низкие температуры, относительно высокая влажность, а в особенности сезонный фотопериодизм – все это влияет на развитие систем растущего организм [6;11].

Поскольку, несмотря на актуальность задачи, исследования ВСР детей трёхлетнего возраста единичны [1; 9; 10;12], мы провели исследование с целью изучения сезонной динамики ВСР детей в возрасте 3 и 4 лет путем ВСР с применением активной ортостатической пробы (АОП).

Методы. В декабре-январе (зима) и мае-июне (лето) обследовано 19 детей трехлетнего возраста и 19 – четырехлетнего возраста, обоего пола. Температура наружного воздуха зимой менялась от -15 до 26⁰ С, продолжительность светлого времени суток составляла около 5 часов. В летний период исследования температура менялась от + 11 до 21⁰ С, продолжительность светлого времени суток около 19 часов. С помощью компьютерного кардиографа “Поли-Спектр-Радио” регистрировали электрокардиограмму

(ЭКГ) во II отведении в положении ребенка лежа (контроль) и после выполнения АОП (опыт). С учетом психологических особенностей детей и относительно высокой частоты сердечных сокращений (ЧСС), длительность записи ЭКГ составляла по 2 мин в положении лежа в контроле и опыте, что позволяло получать по 150-180 кардиоциклов (КЦ). Анализировали: ЧСС (уд/мин); рNN50 (%); общую мощность спектра (TP, мс^2); волны высокой частоты (HF, мс^2); волны низкой частоты (LF, мс^2); волны очень низкой частоты (VLF, мс^2). Статистическую обработку проводили при помощи программы MS Excel 2010. Данные представлены в виде Me (медиана) и интерквартильного размаха (25-й и 75-й перцентили) [5]. Сравнение проводили по непараметрическому критерию Вилкоксона.

Результаты исследования и их обсуждения. ЧСС в обеих возрастных группах ЧСС соответствует возрастным нормам [7; 10; 11]. В декабре у детей 3 лет ЧСС была в пределах от 90 до 112 уд/мин, к маю пульс становится реже – 93-98 уд/мин. У четырехлетних – в зимний период минимальные значения ЧСС составили 81, максимальные – 110, в среднем по группе составила – 97 уд/мин; в летний период – минимальная ЧСС составляла 70 уд/мин, максимальная – 113, в среднем по группе – 94 уд/мин. Видно, что к маю показатели ЧСС трехлетних детей приблизились к таковым у четырехлеток. Показатели ЧСС детей 4 лет от декабря к маю практически не изменились (табл.1). По-видимому, в нашей работе значимое снижение ЧСС у детей 3 лет в летний период связано с взрослением детей и физиологическим урежением ЧСС, что может быть обусловлено с изменением тонуса отделов вегетативной нервной системы (к 4 годам увеличивается парасимпатическое влияние на СР) либо с компенсаторной реакцией детского организма на воздействие низких температур зимой.

Показатель рNN50 – в декабре как у детей 3, так и 4 лет (табл.1) совпадал с данными, приведенными в литературе [1; 2; 7]. Летом рNN50 в группе трехлетних увеличивается в 2 раза в сравнении с зимними данными. В ответ на АОП и зимой, и летом в группах трехлетних и четырехлетних происходит снижение данного показателя.

У детей 3 лет в летний период наблюдается значимое увеличение рNN50, у детей 4 лет – на уровне близком к зимнему (табл.1).

Зимой в спектре частот у 12 детей 3 лет преобладали LF-волны, у 3 – HF, у 3 – VLF, у 1 равный вклад LF и HF, а в летний период число трехлетних детей с преобладанием HF-волн в структуре спектра возрастает до 15 человек.

У четырехлетних также наблюдается индивидуальный разброс спектральных характеристик ВСР: выше число детей с преобладанием HF-волн зимой – 10, у 5 преобладают LF, у 2 – VLF, у 2 – равный вклад LF и HF. Причем у четырехлетних структура спектра не зависит от сезона: у одних детей сохраняется сочетание волн спектра, у других – к лету возрастает HF – компонент.

В декабре TP четырехлетних выше чем у трехлетних в 2,5 раза. К лету в группе детей 3 лет значение TP увеличивается в двое. Мощность спектра возрастает от зимы к лету у 75 % детей трехлетнего возраста, на фоне увеличения мощности трех диапазонов спектра, мощность HF – диапазона значимо ($p=0,01$) увеличивается почти в 4 раза (табл.1).

И в зимний, и летний период изменение положения тела при выполнении АОП приводит у всех обследованных детей в обеих возрастных группах к незначительному увеличению ЧСС на 6-10 ударов от исходной величины. ВСР становится меньше как зимой, так и летом – у детей 3 лет после АОП достоверно снижен показатель рNN50 на 41% и 29% соответственно (табл.1). В группе четырехлетних детей в зимний период значения рNN50 в среднем по группе снижается на 50%, у ряда обследованных детей значительно.

Таблица 1.

Временные и спектральные показатели ВСР детей 3 лет (n=19) и 4 лет (n=19) в контроле (1) и после АОП (2).

	воз- раст	зима		лето	
		1	2	1	2
ЧСС, уд/мин	3 года	103 (99; 106)	111 (108; 18)*	93 (89; 98)#	104 (98; 109)*
	4 года	94 (91; 100)	104 (97; 111)*	96(87; 103)	103 (98; 113)*
pNN 50%	3 года	9,7 (2,6; 21)	4 (1; 8,7)*	29,9(18,8; 8,6)#	8,42 (3,1; 11)*
	4 года	25,6 (17; 39)	8 (4; 21)	26,8 (9; 45)	6,1 (0; 18)*
TP (мс²)	3 года	1156 (717; 2860)	1924(1005; 2610)	3266(1521; 3967)#	2163(1691; 5001)
	4 года	4380 (1969; 5544)	2850(1066; 4023)*	2775(1501; 7407)	2528(1144; 3403)
VLF (мс²)	3 года	303 (146; 673)	468 (281; 1171)	530 (338; 1000)	936 (447; 1586)
	4 года	469 (255; 1221)	634 (333; 1358)	635 (372; 1293)	617 (323; 989)
LF (мс²)	3 года	515 (291; 1100)	639 (322; 954)	881 (480; 1221)	816 (425; 1519)
	4 года	1180 (509; 1802)	757 (392; 1755)*	882 (434; 1953)	874 (391; 1281)
HF (мс²)	3 года	377 (284; 983)	326 (186; 778)	1344(536; 2407)#	622 (253; 1412)*
	4 года	1540 (672; 3584)	655 (306; 1421)*	1005 (479; 4119)	610 (286; 1183)*

- различия между зимой и летом достоверны при $p \leq 0,05$

*- различия между контролем и АОП достоверны при $p \leq 0,05$

Известно, что учащение пульса происходит за счет увеличения влияний симпатического отдела вегетативной нервной системы на ВСР, что проявляется в увеличении мощности LF-волн и снижении HF. Для обеих групп детей, как зимой, так и летом отмечена следующая общая тенденция: увеличение ЧСС и снижение абсолютных значений HF.

У трехлетних можно отметить следующие варианты спектральных характеристик ВСР в зимний: повышение или снижение абсолютных значений во всех трех диапазонах волн, резкое повышение VLF диапазона на фоне снижения LF и HF.

А у детей 4 лет в зимний период в ответ на АОП отмечено однонаправленное изменение в структуре спектра снижение TP у 15 из 19 детей, снижение HF- волн - у 18 из 19 на фоне повышения как VLF и LF либо только LF или VLF. К лету снижение TP сохраняется у 13 человек, у 2 детей, у которых зимой отмечалось снижение данного показателя, TP в ответ на АОП начинает повышаться, и наоборот у 2 детей с повышением TP - начинает снижаться, у 2 реакция с повышением сохраняется.

В летний период у трехлеток, в отличие от четырехлетних, нами отмечено значимое повышение TP и спектра HF –волн в покое, что сопряжено с упомянутым выше увеличением показателя pNN50, что может быть связано с возникновением дыхательной аритмии у детей после 3 лет и закреплением влияния вагуса на CP [8], летом также отмечено значимое снижение HF в ответ на АОП в обеих возрастных группах (табл.1).

Считается, что к моменту рождения человека периферический и центральный аппараты блуждающего нерва, регулирующего деятельность сердца, уже готовы к функционированию, но их рефлекторное влияние устанавливается лишь к 3 годам. Отмечено усиление преобладания парасимпатических влияний над симпатическими у детей от 4 к 6 годам [3]. Вероятно, в нашем случае, к маю у трехлетних детей происходит перестройка влияний на СР, связанная приближением детей нашей возрастной группы к возрасту 4 лет и завершается становление рефлекторных влияний на СР. По мнению, одних авторов - преобладание HF-компонента в структуре ВРС согласуется с представлением об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце и является показателем индивидуальной устойчивости здорового организма к стрессирующим факторам, [4], другие считают, что преобладание парасимпатического отдела в регуляции СР у детей часто служит проявлением несовершенства регуляторных механизмов – «незавершенная адаптация» или «поисковая стадия адаптация» [8].

Выводы

1. Полагаем, что изменение показателей ВСР в обследованных нами группах в зимний и летний период не зависит от сезонных характеристик, а определяется возрастом ребенка и индивидуальными особенностями вегетативной регуляции детей при переходе от 3 к 4 годам.

2. В обеих возрастных группах выявлена однонаправленная реакция на АОП со стороны временных показателей ВСР: снижение ЧСС и рNN50 как в летний, так и в зимний период и ряд индивидуальных изменений спектральных характеристик.

3. К 4 годам происходит установка однонаправленных реакций со стороны ССС в ответ на АОП: снижение TP, HF.

Список литературы

1. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаев Ю.А. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма. Ставрополь: 2002. 112с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. - М.: Фирма «Слово», 2008. 220с.
3. Гурова О.А. Вариабельность сердечного ритма у детей дошкольного возраста // Новые исследования, 2009, Т.1, №20.
4. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной нервной регуляции сердечного ритма у детей 5 лет // Новые исследования. 2008. Т.1. № 17. С.64-79.
5. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293с.
6. Леус Э.В. Характеристика вариабельности сердечного ритма у детей 7-10 лет Европейского Севера России: Автореф. дис...канд.биол. наук. Сыктывкар, 2002.
7. Макаров Л.М. Нормативные параметры суточной ЭКГ у детей от 0 до 15 лет // Вестник аритмологии. 2000. № 18. С. 28-30.
8. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. 2-е изд., перераб. и доп. Иваново: Иван. гос.мед. академия, 2002. 290 с.
9. Оникул Е.В., Иржак Л.И. Амплитудно-временные характеристики электрокардиограммы детей трех и четырех лет в покое и при активной ортостатической пробе в зимнее время года // Экология человека. 2011. № 11. С.31-35.
10. Осколкова М.К., Куприянова О.О. Электрокардиография у детей / АМН СССР. - М.: Медицина, 1986. 288 с.
11. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. Ижевск: Удм. ун-т, 1991. - 418 с.
12. Alkon A, Boyce WT, Davis NV, Eskenazi B. Development of autonomic nervous system resting and reactivity measures in Latino children from 6 to 60 months of age // J Dev Behav Pediatr. 2011 №32(9). P.668-77.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАНЯТИЙ ПЛАВАНИЕМ В ПРОЦЕССЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОДРОСТКОВ С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Попова И.Е., Бегидова Т.П.

Воронежский государственный институт физической культуры,

г. Воронеж

delta8080@mail.ru

VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM AS CRITERION FOR EVALUATION OF EFFICIENCY OF OCCUPATIONS SWIMMING IN PROCESS OF REHABILITATION OF TEENAGERS WITH VIOLATIONS OF THE MUSCULOSKELETAL DEVICE

Popova I. E., Begidova T. P.

Voronezh state institute of physical culture,

Voronezh

Резюме. Плавание способствует совершенствованию вегетативной регуляции деятельности сердца подростков с поражением опорно-двигательного аппарата.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, плавание, подростки, опорно-двигательный аппарат.

Summary. Swimming promotes perfecting of a vegetative regulation of action of the heart of teenagers with defeat of a locomotorium.

Keywords: variability of a cordial rhythm, swimming, teenagers, musculoskeletal system.

Введение. В настоящее время особое значение в реабилитации людей с ограниченными возможностями имеют средства физической культуры. Одним из эффективных средств восстановления нарушенных функций организма является плавание [3]. Ранее нами показано, что занятия плаванием приводят к значительному улучшению функционирования нервно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, интенсификации обменных процессов в организме, активизации познавательной деятельности людей с инвалидностью [1, 4, 5].

Известно, что показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) отражают жизненно важные показатели управления физиологическими функциями организма – вегетативный баланс и функциональные резервы механизмов его управления. Анализируя ВСР можно оценивать функциональное состояние организма [2].

По этой причине целью исследования явилось изучение влияния регулярных занятий плаванием на (ВСР) подростков с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА).

Материал - часть изыскания по государственному заданию Минспорттуризма РФ на 2015-2017 г.г. на выполнение научно-исследовательской работы «Спортивная подготовка в комплексной реабилитации и социальной интеграции лиц с отклонениями в состоянии здоровья».

Методы. Объектом исследования явилась соревновательная деятельность пловцов с ПОДА. С испытуемыми осуществляли работу по применению технологий плавания в тренировочном процессе в специализированной детско-юношеской спортивной школе олимпийского резерва инвалидов Воронежской области. При этом индивидуально определяли нагрузку с учетом нозологической группы, диагноза и функционального состояния спортсменов-инвалидов с акцентом на комплексную реабилитацию.

ВСР изучали методом кардиоинтервалографии при помощи аппаратно-программного модуля Поли-Спектр-Анализ с последующей компьютерной обработкой

и графическим представлением результатов. При анализе ВРС использовали короткие (5-мин.) записи в соответствии с Международным стандартом[7].

Рассчитывали следующие статистические параметры сердечного ритма: М – средняя длительность кардиоинтервалов; Мо – мода; АМо – амплитуда моды; ΔХ – вариационный размах. По данным вариационной пульсометрии вычислялся ряд вторичных показателей: ИН – индекс напряжения регуляторных систем; ИВР – индекс вегетативного равновесия; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; ВПР – вегетативный показатель ритма.

Оценку ВСР осуществляли на базе ВГИФК на начальном этапе занятий плаванием и по окончании года регулярных тренировок испытуемых.

Результаты исследования обрабатывали методами вариационной статистики с использованием параметрических критериев выборочной совокупности.

Результаты исследования. Установлено, что у испытуемых в начале исследования величина Мо находится в пределах условной нормы по Баевскому (0,6–1,0 с), АМо ниже, а ΔХ выше нормальных значений (табл. 1).

В динамике занятий плаванием показано статистически достоверное увеличение параметров Мо, АМо, ПАПР и снижение показателей ΔХ, ИН, ИВР, ВПР (табл. 1).

Таблица 1.

Динамика показателей variability сердечного ритма подростков с нарушениями опорно-двигательного аппарата в процессе занятий плаванием

Показатель	Начало эксперимента	Коней эксперимента
Мо, с	0,71 ± 0,03	0,87 ± 0,05
АМо, %	25,79 ± 5,71	41,87 ± 7,91
ΔХ, с	0,31 ± 0,05	0,23 ± 0,05
ИН, усл. ед.	120 ± 9,87	75 ± 7,39
ИВР, усл. ед.	79,2 ± 1,21	65,78 ± 2,17
ВПР, усл. ед.	5,30 ± 0,21	4,57 ± 0,17
ПАПР, усл. ед.	25,15 ± 1,79	34,75 ± 3,61

При оценке исходного вегетативного тонуса в период относительного покоя в горизонтальном положении испытуемых по фоновому ИН выявлено, что в начале эксперимента для подростков характерна симпатикотония, то есть преобладание тонуса симпатической части вегетативной нервной системы над тонусом ее парасимпатической части. В процессе регулярных занятий плаванием у подростков с ПОДА показана эйтония, характеризующаяся нормальным тонусом вегетативного отдела нервной системы.

Обсуждение. Выявленные значения параметров Мо, АМо и ΔХ у подростков с нарушениями ОДА в начале исследования указывают на более высокий уровень активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы испытуемых по сравнению с симпатическим.

Увеличение Мо, АМо и снижение показателя ΔХ в динамике занятий плаванием свидетельствует о преобладании симпато-адреналового типа вегетативного реагирования и умеренном повышении активности функционирования гуморального канала регуляции испытуемых. Уменьшение значения вариационного размаха также позволяет говорить о снижении активности вагусной регуляции ритма сердца.

В динамике эксперимента выявлено снижение значений ИН, что указывает на то, что при занятиях плаванием повышается активность парасимпатического отдела и автономного контура. Умеренное преобладание автономной регуляции способствует оп-

тимизации реактивности организма на тренировочные нагрузки, улучшению ортостатической устойчивости. Оптимальное взаимодействие между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы и центральными структурами регуляции сердечного ритма является показателем возрастного совершенства регуляторных систем организма[5].

Снижение ИН, ИВР, ВПР на фоне увеличения ПАПР свидетельствуют об увеличении парасимпатических влияний на ритм сердца при неизменном уровне функционирования симпатического отдела и умеренной активности гуморальной регуляции.

Показано, что занятия плаванием способствует совершенствованию вегетативной регуляции деятельности сердца подростков с ПОДА. Так выявленная в начале исследования симпатикотония через год регулярных занятий плаванием заменяется эйтонией.

Выводы

1. У подростков, имеющих ПОДА, выявлено развитие состояния «напряжения» механизмов регуляции сердечного ритма, что способствует снижению функциональных резервов организма.

2. Занятия плаванием способствуют совершенствованию вегетативной регуляции деятельности сердца подростков с ПОДА.

Список литературы:

1. Бегидова, Т.П. Плавание в комплексной реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья / Т.П. Бегидова, И.Е. Попова, Г.В. Бармин // Адаптивная физическая культура. - № 1. – 2014. – С. 6 – 9.

2. Бокерия, Л.А. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование / Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия, И.В. Волковская // Анналы аритмологии. - № 4. – 2009. – С. 21–32.

3. Кабачкова, А.В. Вариабельность сердечного ритма детей, занимающихся оздоровительным плаванием / А.В. Кабачкова, Ю.С. Фролова // Вестник Томского государственного университета 2013. - № 377. - С. 140 – 142.

4. Попова, И.Е. Влияние занятий плаванием на респираторную систему подростков с ограниченной функцией зрения / И.Е. Попова, Т.П. Бегидова // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: сборник статей IV Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием. - Воронеж: Научная книга, 2015. - С. 477 - 480.

5. Попова, И.Е. Плавание как средство реабилитации спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата / И.Е. Попова, Т.П. Бегидова // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию кафедры адаптивной физической культуры «Адаптивная физическая культура в системе специального образования: проблемы, перспективы развития». – СПб.: ИСПиП, 2009. – Ч. 1. - С. 53 –58.

6. Сапожникова, Е.Н. Типологические особенности вариабельности сердечного ритма у школьников 7-11 лет в покое и при занятиях спортом / Е.Н. Сапожникова, Н.И. Шлык, Т.Г. Кириллова, И.И. Шумихина // Вестник удмуртского университета. – 2012. – Вып. 2. – с. 79 – 88.

7. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability/ Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. - 1996. – V. 93. – P. 1043 – 1065.

ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ДИНАМИКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНЫХ СПОРТМЕНОВ ПОСЛЕ ДОЗИРОВАННОЙ СУБМАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Прусов П.К. Иусов И.Г.,
Московский научно-практический центр медицинской реабилитации,
восстановительной и спортивной медицины, филиал № 11.
Peter.Prusov@mail.ru

SEXUAL DISTINCTIONS OF DYNAMICS OF VARIABILITY OF THE WARM RHYTHM AT YOUNG SPORTSMEN AFTER THE DOSED SUBMAXIMUM LOAD

Prusov P. K. Iusov I. G.,
Moscow scientific and practical center of medical rehabilitation, recovery and
sports medicine, branch No. 11.

Резюме. Прусов П.К. Иусов И.Г. Половые различия динамики вариабельности сердечного ритма у юных спортсменов после дозированной субмаксимальной нагрузки. Изучались половые различия срочного восстановления вариабельности сердечного ритма (ВАРСП) 50 юных спортсменов 13-18 летнего возраста, из них 17 девочек, после велоэргометрических дозированных нагрузок субмаксимальной мощности. Анализировалась динамика временного показателя вариабельности сердечного ритма - RMSSD, мс (квадратный корень из суммы среднего разностей последовательного ряда кардиоинтервалов) в 30 секундные интервалы окончания нагрузки и восстановительного периода за 3 мин. Установлено, что после выполнения субмаксимальной велоэргометрической нагрузки, дозированной на 1 кг массы тела, девочки имеют более выраженное снижение ВАРСП в конце нагрузки и периоде срочного восстановления, что согласуется с меньшими аэробными возможностями их физической работоспособности.

Ключевые слова: Восстановление вариабельности сердечного ритма, половые различия, аэробные возможности, субмаксимальные нагрузки.

Summary. Prusov P. K. Iusov I. G. Sexual differences of dynamics of variability of a cordial rhythm at juvenile athletes after the dosed submaximum load. Sexual differences of urgent restoration of variability of a cordial rhythm (BAPCP) of 50 juvenile athletes 13-18 summer age, from them 17 girls, after the veloergometricheskikh of the dosed loads of the submaximum power were studied. Dynamics of a temporary indicator of variability of a cordial rhythm - RMSSD, by ms (a square root from the sum of an average of differences of a consecutive series of cardiointervals) in the 30th second intervals of the termination of a load and the recovery period in 3 min. was analyzed. It is established that after performance of the submaximum veloergometrichesky load dosed on 1 kg of body weight, girls have more expressed depression of BAPCP at the end of a load and the period of urgent restoration that will be compounded with smaller aerobic opportunities of their physical working capacity.

Keywords: Restoration of variability of a warm rhythm, sexual distinctions, aerobic opportunities, submaximum loads.

Введение. Оценке восстановления сердечного ритма (ВСП), после физических нагрузок придается важное значение, как в медицине [12], так и в спорте [6, 7, 8]. Для этих целей применяются различные подходы: определяется снижение частоты сердечных сокращений (ЧСС) через определенное время, по сравнению с окончанием нагрузки [6]; исследуется динамика вариабельности сердечного ритма (ВАРСП) [5,9]; рассчитываются показатели экспоненциального уравнения [4]. В детской популяции для сопоставления половых различий ВСП в основном использовались показатели снижения

ЧСС у не занимающихся спортом [1,10,11]. В тоже время в зависимости от пола динамики ВАРСР в восстановительном периоде юных спортсменов изучена недостаточно.

Цель исследования. Установить половые различия динамики ВАРСР в срочный период восстановления после субмаксимальной дозированной по мощности на кг массы тела велоэргометрической нагрузки.

Материалы и методы исследования. Под наблюдением находились 13-18 летние биатлонисты и лыжники гонщики, 33 мальчика и 17 девочек. Юные спортсмены имели квалификацию от II-го спортивного разряда до мастера спорта. На основании данных продолжительности каждого сердечного цикла, зарегистрированных на системе Polar RS800 в 30 секундные интервалы окончания нагрузки и восстановительного периода за 3 мин, рассчитывали динамику временного показателя вариабельности сердечного ритма - RMSSD, мс (квадратный корень из суммы средних разностей последовательного ряда кардиоинтервалов). Ввиду асимметричности распределения временного ряда распределения, обсуждаемый показатель выражали в виде натурального логарифма (LnRMSSD, мс). В качестве нагрузки использовалось тестирование на электро-механическом велоэргомере Тунтури с выполнением в течение 3-х мин нагрузки мощностью 2.5 Вт/кг от общей массы тела. Также определяли показатели физического развития методом антропометрии и импедасометрии, тахикардическую реакцию на активную ортостатическую пробу (ОР) [3], анаэробные (PWC_{тх0.5}) и аэробные возможности (PWC_{тх6}) – максимальная механическая работоспособность Вт/кг, рассчитываемая по уравнению Мюллера, соответственно за 0.5 и 6 мин [3]. Для расчета максимального потребления O₂ мл/кг (МПК) по данным PWC_{тх6} использовали собственную формулу: МПК=8.3+13.5* PWC_{тх6}. Статистический анализ проводили по программе «Стадия».

Таблица 1.

Сравнительная характеристика физического развития и функциональных показателей у мальчиков и девочек (М±м).

Показатели	Мальчики n=33	Девочки n=17
Календарный возраст, лет	15.33±0.32	15.46±0.6
Длина тела, см.	172.5±2.1	164.8±1.8*
Масса тела, кг.	60.86±2.3	53.45±2.4*
Подростковый индекс массы, ед.	98.33±1.7	99.21±2.8
Средняя жировая складка, мм.	8.037±0.32	12.4±1.1*
Процент жировой ткани	13,35±0.8	18,96±1.4*
LnRMSSD лежа, мс	4.41±0.1	4.49±0.12
ЧСС лежа, уд./мин.	63,75±1.9	65,35±2.3
ЧСС максимальная при ортопробе, уд/мин	99,88±2.3	96,59±2.6
ЧСС стоя в конце 2-ой мин, уд/мин	88±2.5	84.2±2.4
ЧСС стоя в конце 2-ой мин - ЧСС лежа, уд/мин	24.3±1.9	19.1±1.6
ЧСС окончания нагрузки, уд/мин	144.4±3.0	163.5±3.6*
PWC _{тх05} , Вт/кг	9.16±0.2	7.301±0.16*
PWC _{тх6} , Вт/кг	3.862±0.05	3.162±0.1*
МПК, мл/кг	60.44±0.8	50.98±1.4*

*достоверность различий P <0.05.

Результаты. Сравнительная характеристика физического развития и функциональных показателей с учетом пола представлена в табл. 1. Анализируемые группы не отличались по возрасту, подростковому индексу массы [2], У девочек без достоверных различий отмечалась тенденция к увеличению LnRMSSD лежа, и к меньшей реактивности ЧСС на ОР. Мальчики имели превосходство по показателям длины, массы тела, анаэробной и аэробной работоспособности, соответственно на 25.4 и 18.6 процента. Девочки характеризовались большей ЧСС на дозированную нагрузку, увеличением показателей жирового компонента, несмотря на отсутствие различий в относительной массе тела.

Таблица 2.

Половые различия динамики вариабельности сердечного ритма LnRMSSD, мс после выполнения велоэргометрической нагрузки 2.5 Вт/кг в течение 3-х мин. (М±м).

Время после завершения нагрузки, мин	Общие данные		Мальчики PWCmx6 = 3.4± 0.1 n= 7	Девочки PWCmx6= 3.39 ± 0.1 n=6
	Мальчики n=33	Девочки N=17		
0	1,37±0,1	0,97±0,03*	0,95±0,04	0,96±0,05
0 - 0.5	2,43±0,18	1,76±0,16*	1,85±0,15	2,0± 0.17
0.5 - 1.0	3,5±0,21	2,46±0,18 *	2,79±0,17	2,93± 0.18
1.0 - 1.5	3,7±0,18	3,0±0,19*	3,12±0,22	3,43± 0.15
1.5 - 2.0	3,73±0,17	2,88±0,17*	3,2± 0.18	3,31± 0.17
2.0 - 2.5	3,77±0,16	2,8±0,13*	3,3± 0.15	3,25± 0.17
2.5 - 3.0	3,59±0,15	2,74 ±0.11*	3,17± 0.16	3,1± 0.16

*достоверность различий P <0.05.

Половые различия динамики вариабельности сердечного ритма после велоэргометрической нагрузки представлены в табл.2 и рис.1.

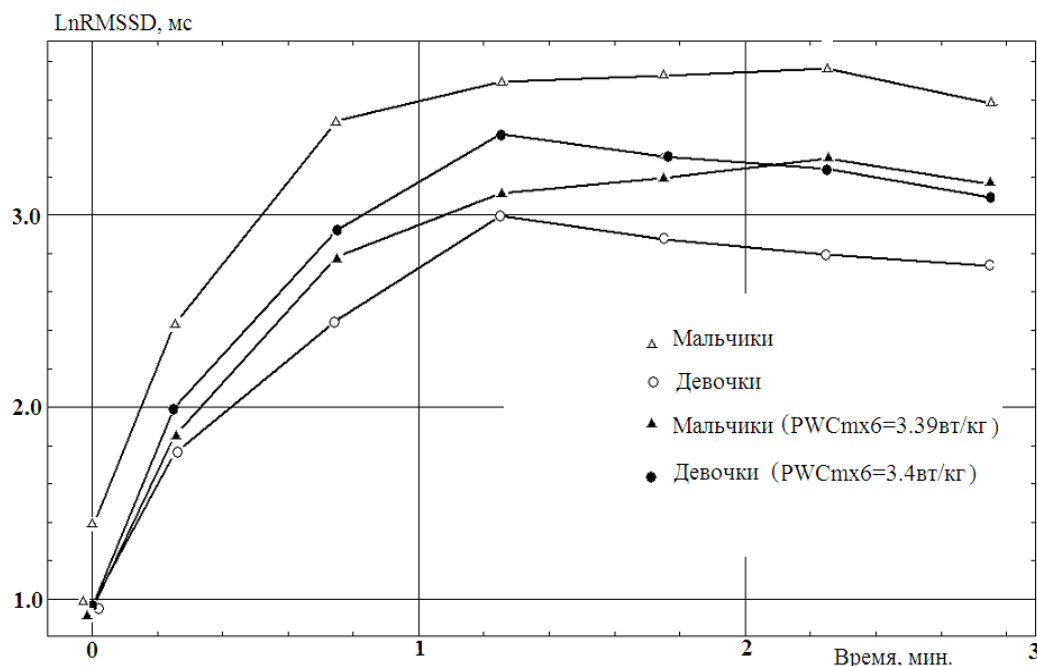


Рис. 1 Половые различия динамики вариабельности сердечного ритма (LnRMSSD), мс в восстановительном периоде после велоэргометрической нагрузки 2.5 Вт/кг в течение 3-х мин.

По общим данным при завершении нагрузки величина LnRMSD у мальчиков составила $1,37 \pm 0,1$ мс и оказалась достоверно больше, чем у девочек $0,97 \pm 0,03$. В первые полторы мин. восстановительного периода показатель ВАРСР неуклонно увеличивался, после чего находился на относительно стабильном уровне у обеих полов. Достоверно более высокие величины LnRMSD, мс регистрировались у мальчиков на протяжении всех временных интервалов 3-х мин. восстановительного периода. Установлена зависимость характера динамики ВАРСР в периоде восстановления от показателей работоспособности и реактивности пульса на ОР. Как у девочек, так и мальчиков, положительное значение имели аэробные возможности, LnRMSSD в положении лежа, отрицательное значение для восстановления ВАРСР после нагрузок имели ЧСС лежа и показатели тахикардической реакции пульса на активную ортостатическую пробу.

В табл. 2 и рис. 1 также показано сопоставление динамики ВАРСР в восстановительном периоде в группах мальчиков и девочек, сходных по аэробной работоспособности, PWC₁₇₀₀ составляла соответственно $3,4 \pm 0,1$ и $3,39 \pm 0,1$ Вт/кг. При одинаковой работоспособности величины показателя LnRMSSD, мс не отличались достоверно у разных полов, как при завершении нагрузки, так и в восстановительном периоде. Однако, девочки имели тенденцию к большей скорости восстановления ВАРСР в первые две мин. восстановительного периода.

Обсуждение. Полученные результаты - более выраженное снижение ВАРСР у девочек в конце нагрузки и восстановительном периоде связываются с более низкими аэробными возможностями работоспособности и, следовательно, более высокой интенсивностью выполняемой нагрузки, которая негативно влияет на величину показателей ВАРСР при нагрузке и в восстановительном периоде [5]. При сопоставлении разных половых групп, сформированных со сходной аэробной работоспособностью, мальчики теряли свое преимущество в величине ВАРСР при нагрузке и даже несколько уступали девочкам по данному показателю без достоверных различий в восстановительном периоде. Эти результаты согласуются с тенденцией к менее выраженной симпатикотонической реакции пульса на активную ортопробу у девочек. Ранее [3] было установлено, что показатели активной ортопробы являются детерминантами скорости восстановления сердечного

Выводы: После выполнения субмаксимальной велоэргометрической нагрузки, дозированной на 1 кг массы тела, девочки имеют более выраженное снижение вариабельности сердечного ритма в конце нагрузки и в периоде срочного восстановления, что согласуется с меньшими аэробными возможностями их физической работоспособности.

Список литературы:

1. Лаптев Д.Н., Рябыкина Г.В., Корнеева И.Т., Поляков С.Д. и др. Влияние автономной дисфункции на восстановление частоты сердечных сокращений и вариабельности ритма сердца при проведении нагрузочного тестирования у детей и подростков с сахарным диабетом 1-го типа. Проблемы эндокринологии. 2015; 3: 23-29.
2. Прусов П.К. Новый индекс массо-ростового соотношения у мальчиков-подростков// Педиатрия. 2000; 2: 26-28.
3. Прусов П.К., Прусова М.П. Значение показателей пульса в переходном процессе активной ортостатической пробы для оценки физической работоспособности у юных спортсменов. Спортивная медицина наука и практика. 2011; 2: 18-24.
4. Прусов П.К. Показатели экспоненциального уравнения в оценке восстановления частоты пульса у юных спортсменов после выполнения возрастающих по мощности, прерывистых велоэргометрических нагрузок до отказа. Спортивная медицина: наука и практика. 2012; 4: 12-19.
5. Прусов П.К. Вариабельность сердечного ритма юных спортсменов в восстанови

тельном периоде после разных по мощности велоэргометрических нагрузок // Медицина для спорта- 2013. – с. 226-228.

6. Borresen J., Lambert M. Autonomic control of heart rate during and after exercise. Sports Med. 2008; 38: 633-646.

7. Coote JH. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. Exp Physiol. 2010; 95: 431-440.

8. Daanen HA¹, Lamberts RP, Kallen VL, Jin A, Van Meeteren NL. A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in athletes. Int J Sports Physiol Perform. 2012 Sep;7(3):251-60.

9. Goldberger J., Kiet Le F., Lahiri M, et al. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise// Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2005;290: 2446-2452.

10. Laguna M, Aznar S, Heart rate recovery is associated with obesity traits and related cardiometabolic risk factors in children and adolescents. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2013; 23: 995-1001

11. Mahon AD¹, Anderson CS, Hipp MJ, Heart rate recovery from submaximal exercise in boys and girls. Med Sci Sports Exerc. 2003; 35:2093-7.

12. Pecanha T., Silva-junior N. Heart rate recovery: autonomic determinants, assessment and association with mortality and cardiovascular diseases Clin Physiol Funct Imaging. 2014; 34: 327-339.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЮНЫХ САМБИСТОВ 14-16 ЛЕТ

Псеунок А.А.

ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», г. Майкоп

PseunokK@mail.ru

VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM YOUNG SAMBO WRESTLERS OF 14-16 YEARS

Pseunok A. A.

Adygei state university, Maykop

Аннотация. Статья посвящена исследованию вариабельности сердечного ритма юных самбистов 14-16 лет. В этом возрасте происходит интенсивная перестройка организма. Выявлено, что чрезмерные тренировочные нагрузки являются мощным стрессорным фактором, негативно воздействующее на морфофункциональное созревание организма.

Ключевые слова: спортсмены, сердечный ритм, макроцикл, нормотоники, ваготоники, индекс напряжения.

Abstract. The article is devoted to the study of heart rate variability of young wrestlers aged 14-16. At this age there is an intensive restructuring of the body. Revealed that excessive training load is a powerful stress factor that negatively affect the morphological and functional maturation of the organism.

Key words: athletes, cardiac rate, macrocycle, normotonic heart regulation, vagotonic heart regulation, tension index.

Введение. Вариабельность сердечного ритма обладает индивидуальной специфичностью, что позволяет осуществлять раннюю диагностику утомления и проследить за адаптационным процессом каждого спортсмена, особенно у детей, занимающихся спортом. В настоящее время этот подход успешно используется при прогнозировании спортивного результата, проведении спортивного отбора, а

также применяется в управлении тренировочным процессом с целью оптимизации режима занятий [1,2,7,9].

Математический анализ ритма сердца является одним из наиболее эффективных методических подходов для изучения процессов адаптации к разного рода нагрузкам, поскольку позволяет осуществить количественно-качественную оценку состояния регуляторных систем организма, в частности систем, участвующих в регуляции кровообращения [2,6]. Измерить степень напряжения регуляторных механизмов в экстремальных состояниях означает оценить степень стресса, который испытывает организм, и получить ключ к прогнозированию возможных нарушений адаптации [2,8].

Двигательная активность, несомненно, оказывает положительное влияние на организм ребенка, но значительные нагрузки, выполняемые во время тренировок и соревнований для достижения спортивного результата, могут негативно сказаться на состоянии здоровья детей. Особенно большой вред наносят здоровью и физическому развитию юного спортсмена слишком ранняя спортивная специализация. Выбор наиболее оптимального времени для начала тренировки определенных качеств, особенно важных для конкретного вида спорта, должен обуславливаться, в том числе и закономерностями онтогенетического развития [4].

В изученной нами литературе работы по изучению вариабельности сердечного ритма у юных спортсменов носят фрагментарный и противоречивый характер, что и предопределило направление собственных исследований.

Достижение высоких спортивных результатов юными спортсменами сопровождается большими физическими нагрузками, значительным психоэмоциональным напряжением в условиях соревнования и другими стрессовыми воздействиями. Эти факторы, как и резкое омоложение контингента спортсменов, новые более сложные программы в школах, средних и высших учебных заведениях определяют и качественно новый характер изменений, происходящих в организме юного спортсмена, что требует более тонких и четких методов диагностики. В связи с этим большое внимание в последнее время уделяется поиску методов, отражающих не только состояние отдельных органов и систем, но и определяющих уровень регуляции различных физиологических функций организма спортсменов. Следует подчеркнуть, что на детский организм и подростковый организм при занятиях спортом падает двойная нагрузка - наряду с адаптацией к большим физическим и психоэмоциональным напряжениям, связанным с тренировочным процессом, происходят непрерывные ростовые процессы[5].

Целью исследования явилось изучение вариабельности сердечного ритма у юных самбистов 14-16 лет.

Материалы и методы исследования. Были обследованы спортсмены, занимавшихся самбо в возрасте 14-16 лет. Обследование проводили в начале и конце тренировочного макроцикла – осенью и весной, в одни и те же дни недели за 1-1,5 часа до тренировки. Результаты исследования сопоставлялись с характером тренировочных нагрузок, спортивным стажем, сезонным циклом тренировок.

Все испытуемые регулярно тренировались, принимали участие в соревнованиях. Исследование ритма сердечных сокращений осуществлялось по методике Р.М. Баевского.

Результаты исследования обработаны методом вариационной статистики с вычислением средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m), критерия достоверности (t) по Стьюденту и уровня вероятности (P).

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования вариабельности сердечного ритма юных самбистов показали, что в возрастном периоде 14-16 лет отмечаются волнообразные изменения в ЧСС течение года. Некоторое повышение этого

показателя в весенне-летний период неоднократно отмечалось исследователями в разные годы, причем как у людей, так и у животных [3].

Под влиянием дозированной нагрузки происходит закономерное увеличение ЧСС, достоверное во втором и третьем макроцикле ($P < 0,05$). Годовая динамика, по нашему мнению, обусловлена как хронобиологическим факторам, так и эмоциональной и физической нагрузкой. Гуморальный канал сохраняет высокую степень активации на протяжении всего периода исследования, позволяя судить о высоком уровне активации симпатического узла.

Исследования А.Г. Дембо (1989) показали, что к 15-16 годам величины морфофункциональных параметров левого желудочка достигают дефинитивных значений. Следовательно, анатомический рост миокарда создает условия для совершенствования интракардиальных механизмов регуляции, проводящей системы сердца, но так как сердце созревает гетерохронно, морфологические перестройки сердечной мышцы возникают раньше, чем функциональные, т.е. развитие регуляторных механизмов происходит, когда уже есть морфологический субстрат. Функции автоматизма, возбудимости и проводимости будут совершенствоваться на дальнейших этапах онтогенеза, а пока имеет место напряжение адаптационных механизмов.

В условиях покоя напряжение регуляторных систем может быть высоким, если человек не имеет функциональных резервов. Тенденция к усилению влияний центрального контура регуляции в покое может свидетельствовать об уменьшении адаптивных возможностей самбистов 15-16 лет к третьему тренировочному макроциклу.

Нами были отмечены выраженные симпатические влияния, и хотя в конце исследования АМо несколько снижается ($P > 0,05$), все равно уровень активации этого отдела ВНС достаточно высок. В наибольшей степени вегетативное равновесие смещается в эту сторону в начале первого года исследования ($P > 0,05$).

Это свидетельствует об излишней генерализованности процессов регуляции, когда малый стимул вызывает сильную реакцию организма. Неадекватная реакция на нагрузку нарушает принцип экономичности и приводит к быстрому истощению функциональных резервов.

Анализ полученных данных показал, что к концу четвертого тренировочного макроцикла группа симпатикотоников увеличивается с 12,25% до 82,25%. ИН повышается в течение всего исследования и составляет к концу четвертого тренировочного макроцикла $132,37 \pm 16,74$ отн.ед. Дозированная физическая нагрузка приводит к увеличению ИН ($P > 0,05$), что свидетельствует о вовлечении в регуляцию центральных механизмов. Это видимо, связано с резким повышением активности центрального звена эндокринной системы, что приводит к смене во взаимодействии подкорковых структур и коры больших полушарий, в результате чего происходит значительное снижение эффективности центральных регуляторных механизмов, в том числе определяющих произвольную регуляцию и саморегуляцию.

Можно предположить, что тенденции к усилению активации центрального контура регуляции и ослаблению парасимпатических влияний указывают на то, что системы регуляции находятся в состоянии мобилизации, что вызывает ускорение трофических влияний у спортсменов самбистов 15-16 лет.

Таким образом, в 14-16 лет у юных самбистов происходит усиление активности центральных механизмов регуляции, группа симпатикотоников увеличивается с 12,25% до 82,25%. Это позволяет сделать заключение о напряжении механизмов адаптации. Видимо, в этом возрасте происходит интенсивная перестройка организма. Чрезмерные тренировочные нагрузки в этот период могут сыграть роль мощного стрессорного фактора, негативно воздействующего на морфофункциональное созревание организма.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Берсенова А.П. Адаптационные возможности и понятие физиологической нормы // Тезисы докладов XVIII съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. – Казань; М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – С. 304.
2. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
3. Вахитов И.Х., Абзалов Р.А., Марьянов О.П. «Отрицательная фаза» частоты сердечных сокращений и ударного объема крови у юных спортсменов после выполнения Гарвардского степ-теста // Физиология человека. – 2006. – Т.32, №6. – С 47-51.
4. Дембо, А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. – Л.: Медицина, 1989. – 462 с.
5. Псеунок А.А., Муготлев М.А. Влияние спортивных физических нагрузок на регуляторно-адаптивные возможности юных дзюдоистов 10-12 лет // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всерос. симп. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – С.322-330.
6. Eckberg, D.L. Sympathovagal balance. A critical appraisal / D.L. Eckberg // Circulation. – 1977. – Vol. 96. – P. 3224-3232.
7. Katz, A.M. Physiology of the Heart / A.M. Katz. – N. Y.: Raven Press, 1977. – 450 p.
8. Pagani M., Lucini D., Rimoldi O. et al. Effect of physical and mental exercise on heart rate variability / In: Malik M., Camm A.J. Heart rate variability. Armonk, N.-Y.: Futura Publishing Co., 1995. – P. 245 – 266.
9. Palatini, P. Heart rate as cardiovascular risk factor / P. Palatini // Eur. Heart J. – 1999. – Vol. 1, N 2. (Suppl. B). – P. 3-9.

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНЫХ ВЕЛОГОНЩИКОВ 10-14 ЛЕТ

Псеунок А.А.

ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет, г. Майкоп

PseunokK@mail.ru

FEATURES OF VEGETATIVE REGULATION OF THE HEART RHYTHM AT YOUNG BICYCLE RACERS OF 10-14 YEARS

Pseunok A. A.

Adygei state university, Maykop

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей вегетативной регуляции велогонщиков 10-14 лет. Целью исследования явился анализ вариабельности сердечного ритма. Обследовались дети в возрасте 10-14 лет, занимавшиеся циклическим видом спорта – шоссейными велогонками. Отмечены сдвиги в механизмах регуляции у юных спортсменов, в связи с чем, необходимо проведение регулярного мониторинга за состоянием здоровья.

Ключевые слова: адаптация, индекс напряжения, регуляторные механизмы, сердечный ритм, юные спортсмены.

Abstract. The article is devoted research of features of vegetative regulation of riders 10-14 years. The aim of the study was the analysis of heart rate variability. Surveyed children aged 10-14 years engaged in cyclic kinds of sports highway cycle race. Marked changes in the mechanisms of regulation in young athletes, therefore, it is necessary to conduct regular monitoring of the condition.

Key words: adaptation, tension index, regulatory mechanisms, heart rate, young athletes.

Введение. Сердечно-сосудистая система может рассматриваться как индикатор функционального состояния целостного организма, поэтому ее обычно исследуют. Как показал анализ специальной литературы очень мало работ по изучению вегетативной регуляции сердечного ритма юных спортсменов в лонгитюдинальном режиме.

Изучение особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у школьников, подвергающихся воздействию физических нагрузок большого объема, имеет важное значение для формирования знаний относительно основных адаптивных механизмов к физическим нагрузкам. Физиологические показатели, отражающие состояние механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма могут использоваться в качестве маркеров оценки функционального состояния организма. В связи с этим целью исследования являлся анализ состояния механизмов вегетативной регуляции у юных велогонщиков по данным математического анализа сердечного ритма.

Занятия физической культурой и спортом являются важными составляющими здорового образа жизни, характеризующими развитие общества в современных условиях. Сохранение и укрепление здоровья нации в настоящее время становится одной из приоритетных задач нашего государства. Но нельзя не принимать во внимание и тот факт, что спортивная деятельность за последние годы стала более динамичной, интенсивной, что обусловило возросшие требования к системам вегетативного обслуживания двигательной деятельности юного спортсмена. В особенности это касается тех видов спорта, где выполняются нагрузки большой (шоссейные велогонки) и переменной (спортивные единоборства) мощности.

Материалы и методы исследования. Были обследованы спортсмены, занимавшиеся шоссейными велогонками в возрасте 10-14 лет. Обследование проводили в начале и конце тренировочного макроцикла – осенью и весной, в одни и те же дни недели за 1-1,5 часа до тренировки. Результаты исследования сопоставлялись с характером тренировочных нагрузок, спортивным стажем, сезонным циклом тренировок.

Все испытуемые регулярно тренировались, принимали участие в соревнованиях. Исследование ритма сердечных сокращений осуществлялось по методике Р.М. Баевского.

Результаты исследования обработаны методом вариационной статистики с вычислением средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m), критерия достоверности (t) по Стьюденту и уровня вероятности (P).

Результаты и их обсуждение. На протяжении всего исследуемого периода наблюдается увеличение ЧСС, но достоверных различий этот показатель достигает только к концу четвертого тренировочного макроцикла ($P < 0,05$). Это может иметь важное адаптивное значение в будущем. В работах Р.А. Абзалова (2000) показано, что совершенствование симпатической системы как регуляторного механизма насосной функции сердца при адаптации к мышечной деятельности является важным фактором. Физическая работа сначала стимулирует развитие самой симпатической системы и одновременно это вызывает возрастное увеличение ЧСС. После достижения определенного уровня развития ЧСС и симпатической системы наблюдается снижение этих показателей в покое. Это является способом накопления функциональной мощности для обеспечения предстоящей, более напряженной мышечной деятельности.

Гуморальные влияния достоверно снижаются ко второму году исследования ($P < 0,05$). Симпатические влияния достоверно усиливаются на протяжении всего эксперимента ($P < 0,05$). Дозированная нагрузка малой мощности приводит к ослаблению симпатических и усилению вагальных влияний ($P > 0,05$). ИВР также свидетельствует об усилении парасимпатических влияний, как в течение эксперимента, так и в каждом конкретном срезе после выполнения дозированной нагрузки, достигая достоверных значений к третьему макроциклу ($P < 0,05$).

Описанные изменения свидетельствуют о значительных нагрузках, приводящих к усилению симпатических влияний и увеличению степени активации центрального контура регуляции.

По нашему мнению, подобная картина может быть вызвана сочетанием нескольких факторов: значительным объемом работы циклического характера, выполняемой в зоне максимальной и умеренной мощности в процессе тренировки и несовершенством механизмов регуляции микроциркуляции, обусловленной не только возрастом, но и особенностью работы велосипедиста, когда в одно и, тоже время организм выполняет нагрузку статического (пояс верхних конечностей, спина) и динамического (нижние конечности) характера.

С другой стороны, полученные данные свидетельствуют о том, что отделы ВНС работают согласованно, по принципу «функциональной синергии», а значит рассогласования в работе систем организма, неизбежного при перенапряжении и срыве адаптационных механизмов, не происходит.

Полученные данные свидетельствуют о значительных сдвигах в механизмах регуляции у мальчиков-велосипедистов, происходящих на фоне увеличения активации корково-лимбических структур. Это диктует необходимость регулярного мониторинга состояния здоровья юных спортсменов, а также тщательного планирования тренировочного процесса.

Позитивное влияние физических тренировок на организм в целом и, в частности, на сердечно-сосудистую систему общеизвестно, и такие занятия, как утверждает большинство исследователей, повышают уровень функционального состояния и неспецифическую резистентность организма. Это способствует более эффективному приспособлению организма к условиям окружающей среды, одними из которых для спортсменов становятся тренировочные и соревновательные нагрузки[2].

У юных спортсменов, занимающихся, шоссейными велогонками, в возрасте 10-12 лет выявлено усиление симпатических влияний и увеличение степени активации центрального контура регуляции. При этом разные отделы ЦНС работают согласованно, по принципу «функциональной синергии», перенапряжения адаптационных механизмов не происходит. Полученные данные свидетельствуют о значительных сдвигах в механизмах регуляции у мальчиков-велосипедистов, происходящих на фоне увеличения активации корково-лимбических структур. Это диктует необходимость регулярного мониторинга состояния здоровья юных спортсменов, а также тщательного планирования тренировочного процесса. В 12-14 лет нами были отмечены усиление тонуса блуждающего нерва, достоверное увеличение длины и массы тела. Дозированная нагрузка выполнялась за счет изменения тонуса вагуса. Это было расценено нами как свидетельство формирования у юных спортсменов типа регуляции, свойственной высококвалифицированным спортсменам.

Таким образом, исследование адаптивных возможностей юных спортсменов, занимающихся шоссейными велогонками, показало, что увеличение функциональных резервов организма, необходимых для выполнения тренировочных и соревновательных нагрузок связано с усилением парасимпатических влияний на СР. Прирост спортивного мастерства происходит за счет напряжения центрального контура регуляции, что мы расцениваем как негативный процесс. Форсирование обучения, включение в тренировочный процесс упражнений, к которым ребенок в силу своего возраста еще функционально не готов, может негативно сказаться на физическом развитии и состоянии здоровья юных спортсменов.

Список литературы:

1. Абзалов Р.А. Симпатическая регуляция насосной функции развивающегося сердца Растущий организм: адаптация к физической и умственной нагрузке.

Тез. V Всеросс. Симпоз. и школы-семина. молодых ученых и учителей. – Казань, 2000. – С. 3-4.

2. Псеунок А.А., Абрамович М.П., Муготлев М.А. Адаптационные возможности велогонщиков 10-14 лет // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – М. Научно-издательский центр «Теория и практика физической культуры и спорта». № 4, 2013. – С. 13-17.

**АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА (ВСР) И
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ СЕРДЦА
(ДИСПЕРСИОННОЕ КАРТИРОВАНИЕ) У КОНЬКОБЕЖЦЕВ
СБОРНОЙ РОССИИ**

Русанов В.Б., Берсенева Е.Ю.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный
научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем
Российской академии наук, Москва
bersenev_evgenii@mail.ru

**THE ANALYSIS OF THE VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM (VWR) AND
ELECTRIC INSTABILITY IN VARIOUS DEPARTMENTS OF HEART
(DISPERSIVE MAPPING) AT SKATERS OF RUSSIAN NATIONAL TEAM**

Rusanov V.B., Berseneva E.Y.

Federal state budgetary institution of science the State scientific center of the Russian
Federation — Institute of medicobiological problems of the Russian Academy of Sciences,
Moscow

Аннотация: Обсуждается возможность использования сочетанного подхода при анализе вегетативной регуляции ритма сердца в покое и дисперсионного картирования электрокардиограммы. Рассматриваются индивидуальные особенности изменений показателя «Миокард» у спортсменов после велоэргометрического теста. Методика необходима как при допуске к выполнению нагрузки, так и для планирования тренировочного процесса.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, конькобежцы, спортсмены высшей квалификации, возрастно-половые особенности

Abstract: The possibility of using the combined approach in the analysis of the autonomic regulation of the heart rate at rest and dispersive mapping electrocardiogram. We consider the individual characteristics of the changes "Myocardium" indicator in athletes after Exercise Testing. The technique is needed both at the admission to the implementation of the load, and for the planning of the training process.

Keywords: heart rate variability, speed skaters, athletes of higher qualification, age and gender features

Введение. Оценка функциональных резервов регуляции кардиореспираторной системы спортсменов играет существенную роль при динамическом наблюдении в ходе тренировочного процесса и особенно важна при подготовке к соревнованиям. Существенной особенностью исследований спортсменов, проводимых в период подготовки к соревнованиям и во время соревнований, является необходимость использования простых методик, не требующих больших временных затрат. Вместе с тем эти методики должны быть высокочувствительными и давать врачу и тренеру необходимую инфор-

мацию для управления тренировочным процессом. Одним из таких методов, уже зарекомендовавшим себя в клинической практике, прикладной физиологии, в том числе в космической и спортивной медицине, является метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) (2).

Метод позволяет оценить баланс симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, охарактеризовать состояние нервных центров, ответственных за регуляцию сосудистого тонуса, но главное - оценить степень напряжения регуляторных систем, которая тем выше, чем ниже функциональные резервы организма. Метод позволяет также выявлять развитие негативных дисрегуляторных процессов и прогнозировать возможность истощения функциональных резервов и срыва адаптации, а применительно к условиям функционального тестирования в спорте, предопределить вероятность появления физического переутомления и перетренировки.

Исходным сигналом для анализа является длительная (не менее 5 минут) запись электрокардиограммы (ЭКГ) в одном из стандартных отведений осуществляемая с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» (ИВНМТ «Рамена», г. Рязань). Далее алгоритм компьютерной обработки автоматически проводит поиск и определение R-зубцов ЭКГ для дальнейшего построения интервалограммы (тахограммы) мгновенных значений частоты пульса отражаемых, как правило, в миллисекундах. С помощью методов статистической обработки и спектрального анализа колебаний кардиоритма вычисляются показатели, характеризующие вегетативный баланс, функциональное состояние подкоркового сердечно-сосудистого центра и активность высших вегетативных центров. Аппаратура для дисперсионного картирования, производимая ООО «МКС» (прибор «КардиоВизор-06С»), позволяет в течение 1-2 минут оценить состояние миокарда с помощью специального уникального алгоритма отражающего процессы появления электрической нестабильности (дисперсии) в различных отделах самой сердечной мышцы. Существующая методика высоко оценена спортивными врачами ведущих команд России по различным видам спорта.

Методы исследования. В исследовании приняли участие спортсменки-конькобежцы, члены юношеской и основной сборных команд. Исследование проводилось в условиях покоя, лежа, в утренние часы после 10-15 минут отдыха. Обследуемым было рекомендовано поддерживать дыхание в спокойном, удобном для них темпе, избегать спонтанных актов глотания. В день исследования некоторые тестируемые спортсмены предъявляли жалобы на ухудшение самочувствия или недомогание.

С помощью прибора «Варикард 2.51», осуществляли регистрацию ЭКГ в I стандартном отведении в течение 5 минут для дальнейшего анализа ВСР программой «ИС-КИМ 6». Для дисперсионного картирования ЭКГ использовался компьютерный электрокардиограф «Карди 2». Запись 6 отведений ЭКГ (I, II, III, avR, avL, avF) осуществлялась дважды, последовательно по 1 минуте на каждое исследование с перерывом в 2 минуты. Данные обрабатывались программными средствами «КардиоВизор-06С».

Данные ВСР представлены в таблицах 1-2. Использовались 8 наиболее распространенных показателей ВСР. (1,4,5).

Таблица 1

Показатели ВСП у конькобежцев 1989-1994 г.р.

Г.рожд. 1989-1994 Юноши	HR	RMSSD	PNN50	SI	TP	HF	LF	VLF	HF %	LF %	VLF %
Кул-ков	56	87	59	24	4987	1991	2313	442	42	49	9
Вик-ин	57	64	51	46	2583	910	709	347	46	36	18
Бел-ов	52	52	31	41	3876	870	1675	625	27	53	20
Ков-ль	69	35	11	57	3111	695	871	920	28	35	37
Гол-ев	67	30	7	109	1422	732	480	87	56	37	7
Кли-ов	61	69	53	38	3967	2368	1003	287	65	27	8
Коз-ов	63	57	36	46	4133	1528	2067	481	38	51	12
Бал-ов	64	44	27	58	1895	670	671	258	42	42	16
Гро-ов	59	96	58	19	8640	4349	2273	774	59	31	11
Гу-ев	61	39	19	72	1830	471	573	229	37	45	18
Кул-их	54	68	48	29	5504	1916	2552	770	37	49	15
Баш-ов	63	65	43	25	4750	2240	1406	660	52	33	15
Дащ-ко	52	75	55	34	2512	1534	518	394	63	21	16
Гум-ов	68	32	10	166	847	457	285	86	55	34	10
Ник-ин	71	21	2	238	511	152	114	128	39	29	33
Сол-хин	50	102	68	14	7308	3147	1926	598	56	34	11
Рад-ин	46	62	49	54	1498	782	379	122	61	30	10
Ско-ин	67	47	20	34	5704	617	4381	288	12	83	5
М	60,0	58,1	36,0	61,3	3615,4	1412,6	1344,3	416,4	45,2	39,9	14,9
m	1,7	5,4	4,9	13,4	529,3	257,8	257,2	60,9	3,4	3,3	2,0
Г. рожд. 1989-1994 Девушки	HR	RMSSD	PNN50	SI	TP	HF	LF	VLF	HF %	LF %	VLF %
Кар-ова	53	94	61	34	4095	2796	785	248	73	21	7
Вол-ва	72	46	34	81	2178	1317	554	193	64	27	9
Чер-га	54	148	77	13	12143	6264	4065	1048	55	36	9
Чер-ва	63	67	54	55	2170	1292	611	152	63	30	7
У-ова	48	94	48	25	7768	1772	2321	1348	33	43	25
Сох-ова	48	132	64	18	8574	5296	2557	522	63	31	6
Щелк-ва	66	96	66	31	5790	4156	979	351	76	18	6
Наз-ва	64	152	70	15	16750	8726	6225	996	55	39	6
Ан-ва	63	51	37	61	2514	1394	423	262	67	20	13
Мас-ская	59	66	52	53	2866	1197	893	314	50	37	13
Дан-ва	66	33	11	129	1151	349	350	148	41	41	18
Гол-ва	41	126	57	21	5775	1441	2193	619	34	52	15
М	58,1	92,1	52,6	44,7	5981,1	3000,0	1829,7	516,6	56,1	32,8	11,1
m	2,7	11,7	5,3	9,8	1352,7	741,8	516,3	116,6	4,1	3,0	1,6

Таблица 2

Показатели ВСР у конькобежцев 1981-1988 г.р.

Г. рожд. 1981-1988 Юноши	HR	RMSSD	PNN50	SI	TP	HF	LF	VLF	HF %	LF %	VLF %
Рум-ев	54	58	37	29	7732	1501	943	1025	43	27	30
Ес-н	69	32	10	79	2033	316	462	435	26	38	36
Лал-ов	50	107	72	15	7888	2880	2224	482	52	40	9
Леб-ев	57	49	34	64	2579	1126	1214	146	45	49	6
Бай-ов	60	45	23	31	3933	697	1219	330	31	54	15
Сол-ев	61	64	51	34	3539	1689	838	407	58	29	14
Коч-ев	54	72	47	21	8204	1118	5025	1265	15	68	17
Руд-сов	57	39	22	124	1181	742	211	93	71	20	9
Неф-ев	64	54	43	59	2856	1998	464	185	76	18	7
Бог-кий	69	36	15	93	2162	762	1037	207	38	52	10
М	59,5	55,6	35,1	54,9	4210,7	1283,0	1363,8	457,5	45,5	39,4	15,2
m	2,0	7,0	5,9	11,2	849,9	239,6	443,4	123,0	6,1	5,1	3,2
Г. рожд. 1981- 1988 Девушки	HR	RMSSD	PNN50	SI	TP	HF	LF	VLF	HF %	LF %	VLF %
Лоб-ва	52	136	72	14	12095	4115	3613	1403	45	40	15
Ших-ва	66	33	13	76	1967	460	781	416	28	47	25
Фатх-на	58	142	68	25	7910	2828	2610	1606	40	37	23
Ско-ва	52	70	40	23	7233	1368	4447	935	20	66	14
Цыб-на	54	86	61	36	4147	1946	1734	327	49	43	8
М	56,4	93,4	50,9	34,8	6670,5	2143,5	2637,0	937,7	36,4	46,6	17,1
m	2,6	20,5	10,9	10,9	1728,8	625,7	651,5	255,7	5,3	5,1	3,1

Результаты и обсуждение. Известно, что в соревновательном периоде, при интенсивных тренировочных нагрузках (или длительном их отсутствии) существенно изменяется уровень функционирования практически всех систем организма, в том числе мышечной, дыхательной, сердечно-сосудистой. В условиях покоя у тренированных спортсменов преобладает автономная регуляция, при этом вегетативный статус характеризуется преобладанием активности парасимпатического звена регуляции. У обследованных конькобежцев отмечается высокий тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что характеризуется преобладанием низких значений ЧСС, высокими значениями показателей pNN50, присутствием в спектре ВСР в основном высокочастотных колебаний. Обращают на себя внимание показатели нескольких спортсменов (выделены жирным шрифтом).

Показатели ВСР у спортсмена Ник-на существенно отличаются от средних по группе. Наблюдается нарушение вегетативного баланса: снижение активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (низкие значения pNN50%), на фоне повышения активности симпатического (высокие значения ИН – 238 усл.ед).

Отметим, что частота пульса у Ник-на составляет 71 уд/мин, т.е. одно из наиболее высоких значений в группе. При спектральном анализе колебаний ВСР наблюдается

снижение суммарной мощности спектра и пропорциональное уменьшение отдельных его составляющих. При таком сочетании показателей, опираясь на данные литературы и сопоставляя настоящие результаты со среднегрупповыми значениями, можно оценить состояние спортсмена как дисрегуляцию вызванную, по-видимому, сопутствующим заболеванием. Нужно заметить, что Ник-ин предъявлял жалобы на плохое самочувствие при текущем обследовании.

Приведенные в таблице среднестатистические значения данных ВСР отражают, во-первых, различия в вегетативной регуляции у спортсменов с большим спортивным стажем (см. годы рождения), во-вторых, особенности регуляции сердечной деятельности, связанные с полом спортсменов (гендерные особенности). Четко видно, что у девушек в покое вегетативный статус сформирован при доминирующем участии парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Более низкие показатели частоты пульса, индекса напряжения и более высокая суммарная вариабельность (показатель TP).

Мы уже отмечали данный феномен как при исследовании суточной вариабельности сердечного ритма проводимой на фоне тренировочных нагрузок высокой интенсивности, так и после реальной соревновательной деятельности, в постнагрузочный период (3). У девушек процессы восстановления как в ночной период после дневной нагрузки, так и процессы восстановления после краткосрочной нагрузки, проходят гораздо более эффективно. Быстрее восстанавливается ЧП после соревновательной нагрузки, почти в 2 раза выше уровень суммарной вариабельности (TP) в ночной период по сравнению с юношами. Эти особенности необходимо учитывать. Однако, уровень нагрузки переносимый мужчинами несоизмеримо выше.

В этой связи наше внимание при данном исследовании было сосредоточено на изменениях дисперсионных характеристик ЭКГ в первые минуты после предъявляемой стандартной нагрузки на уровне ПАНО. Дисперсионное картирование ЭКГ – метод, который оценивает характеристики микроколебаний ЭКГ на уровне микровольт, что невозможно при традиционном стресс-ЭКГ тестировании, поскольку стандартные ЭКГ методы изучают динамику изменений на уровне милливольтных колебаний и тренды видоизменений составляющих PQRS-T- комплекса в процессе нагрузки.

Метод дисперсионного картирования ЭКГ-сигнала с использованием электродинамической модели сердца (КардиоВизор-06С). Развитие компьютерных технологий, современных методов цифровой обработки ЭКГ-сигнала обусловили разработку и более широкое использование в повседневной клинической практике новых ЭКГ-систем с принципиально новыми диагностическими возможностями. В современных ЭКГ-системах используются новые методы обработки данных ЭКГ-сигнала с применением в анализе нового графического представления полученных результатов и методов математического моделирования.

По результатам проведенных исследований мы делаем следующие выводы. Феномен «спортивного сердца» (прежде всего функциональное увеличение левых отделов сердца) отображается в виде «критических» значений нормы – индекс «миокард» около 13-15%. У некоторых спортсменов этот индекс находился в границах нормальных значений. У спортсмена Ник-на, у которого в покое отмечались нарушения вегетативного обеспечения деятельности сердца, индекс «Миокард» в покое составил 25% и к выполнению велоэргометрической нагрузки спортсмен допущен не был.

После нагрузки показатели индекса «Миокард» у трети конькобежцев оставались на неизменном уровне, однако у части спортсменов было выявлено его увеличение. Такие изменения были зарегистрированы у Ско-ой, Чер-ги, Ков-ля, высокие значения отмечались у Гол-ва, Коз-ва, Гро-ова, Баш-ова, Вик-на, незначительное увеличение у Ес-на. В то же время было обнаружено, что у некоторых спортсменов динамика изменений обратная, т.е. наблюдается снижение индекс «Миокард».

Такие изменения, по-видимому, можно объяснить следующим. Физическая нагрузка провоцирует незначительную ишемизацию сердечной мышцы, что проявляется нарушением дисперсионных характеристик ЭКГ и увеличением индекса «Миокард». С другой стороны, его снижение после нагрузки, скорее всего, отражает улучшение метаболических процессов в сердце.

Заключение. Мы попытались сравнить показатели вегетативной регуляции сердечного ритма с показателями дисперсионного картирования. Поскольку методики известны и активно используются в спорте, мы считаем необходимым, остановиться на особенностях интерпретации спорных данных, возникающих при проведении рутинных исследований. По мнению Р.М. Баевского и Г.Г. Иванова (2006) снижение показателей variability ВСП сопряжено с ростом уровня напряжения вегетативной регуляции сердца на уровне надсегментарных структур, и характеризует утомление. В то же время в период формирования тренировочного процесса необходимо учитывать не только вегетативное обеспечение работы сердца, но и как мы видим в некоторых случаях, ухудшения метаболического запроса самого миокарда. С учетом объединения показателей, вычисляемых с помощью обеих методик, мы надеемся прогнозировать риски развития возможных неблагоприятных со стороны сердечно-сосудистой системы спортсменов.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Вестник аритмологии, 2001, 24,
2. Баевский Р.М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине. Успехи физиологических наук, 2006, т.37, № 3, с.13-25
3. Берсенев Е.Ю, Воронов А.В. Анализ variability сердечного ритма у юных спортсменов в разные периоды суток, ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА: Теоретические аспекты и практическое применение Тезисы докладов всероссийского симпозиума с международным участием, 2008, 345 С.
4. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Новосибирск.,1999, 214 с.
5. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043-1065.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ВАРИКАРД ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ УРОВНЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ХОДЕ СПОРТИВНЫХ ТРЕНИРОВОК

Семёнов Ю.Н.

ООО «Институт внедрения новых медицинских технологий «Рамена», Рязань, Россия.

semenov@ramena.ru

USE OF THE VARIKARD COMPLEXES FOR DISPENSING OF LEVELS OF PHYSICAL ACTIVITIES DURING THE SPORTS TRAININGS

Semyonov Yu. N.

LLC Institute of Introduction of New Medical Technologies Ramena, Ryazan, Russia.

Резюме: В научной работе Семенова Юрия Николаевича, ООО «Институт внедрения новых медицинских технологий "Рамена"», г. Рязань, Россия, "Использование комплексов Варикард для дозирования уровней физических нагрузок в ходе спортивных тренировок" рассматривается новый подход к вопросам спортивной подготовки спортсменов на основе определения преобладающего типа вегетативной регуляции по данным анализа ВСП и возможность использования программно-аппаратного комплекса Варикард для достижения пика спортивной формы в качестве инструмента диагно-

стики и мониторинга состояния систем регуляции при планировании и своевременной коррекции тренировочного процесса.

Ключевые слова: спортсмен, вариабельность сердечного ритма, тип автономной регуляции, ортостаз, индивидуальный подход к тренировочному процессу, оценка перетренированности.

Abstract. In the scientific work of Semenov Yuri Nikolaevich Institute of the introduction of new medical technologies "Ramena", Ryazan, Russia, "The complexes of Varicard for dosing levels of physical exertion during athletic training" presents a hardware-software complex Varicard, allowing the planning and timely correction of the training process in sport training of athletes. Discusses methods of diagnosis and monitoring of state systems of regulation as the tools athletes achieve the peak of their fitness in terms of heart rate variability (HRV).

Key words: sportsmans, heart rate, type of autonomic regulation, orthostasis, individual approach to training process, overtraining evaluation.

Введение. Для достижения пика спортивной формы необходимо стремиться к оптимуму состояний всех систем регуляции. Оптимальному состоянию соответствуют определенные диапазоны значений их параметров, за пределами же этих значений закономерно следуют нарушения взаимодействия центрального и автономного контуров управления физиологическими функциями. Как известно, выделяются три типа такого взаимодействия: саморегуляция, активация и мобилизация. Согласно современным представлениям, адаптационные реакции организма можно считать оптимальными, когда в их основе лежит деятельность механизмов саморегуляции[1].

В ходе спортивных тренировок изменения уровней физических нагрузок отражаются на показателях ВСР.

При этом траектория изменений показателей ВСР отражает способность организма адаптироваться к воздействующим факторам и позволяет судить об адаптационных возможностях и его функциональных резервах.

В работе рассматривается реализация нового подхода к вопросам спортивной подготовки спортсменов на основе определения преобладающего типа вегетативной регуляции по данным анализа ВСР и обеспечения возможности использования программно-аппаратного комплексов Варикард различных моделей при планировании и своевременной коррекции тренировочного процесса.

Методы Для регистрации ЭКГ и анализа ВСР используются комплексы Варикард 2.51 и Варикард 2.8 с программным обеспечением ИСКИМ 6.2 (Интегрированная среда кардиоинтервалометрии, версии 6.2) разработанных ООО «Институт внедрения новых медицинских технологий «Рамена» (г. Рязань), совместно со специалистами Института медико-биологических проблем РАН. Программное обеспечение ИСКИМ 6.2 написано с учетом методических рекомендаций, разработанных Европейскими и Американскими специалистами, а также группой Российских экспертов [2], оно позволяет выбирать различные сценарии обследования, выделять динамический ряд R-R интервалов при обязательном синусовом источнике автоматизма, что позволяет судить о работе синусового узла. Синусовый узел характеризует работу различных регуляторных систем, а они, в свою очередь, состояние организма в целом и оптимальность его реакции на внешнюю среду [3].

Результаты исследования. В результате проведенных исследований были построены нормативные диапазоны траектории изменений показателей ВСР в покое и при ортостазе для каждого типа регуляции построены с учетом возраста и пола обследуемых. Программное обеспечение ИСКИМ версии 6.2 и выше позволяет наблюдать динамику изменений показателей ВСР и для каждого спортсмена, строить индивидуальную «колею» допустимых вариаций их значений. Индивидуальная колея показыва-

ет, каким образом включаются регуляторные системы, что и позволяет прогнозировать функциональные и адаптационно-резервные возможности и управлять тренировочным и динамическим здоровьем спортсменов.

При этом спортивный врач может видеть, насколько нарушен и устойчив вегетативный дисбаланс, а программа позволяет отслеживать состояние выраженного напряжения и не допустить нарушения вегетативного гомеостаза и снижения регуляторно-адаптивных возможностей организма.

Изучение индивидуального портрета ВСР в тренировочном процессе каждого спортсмена незаменимо для оперативного контроля вероятности развития перенапряжения и донологических состояний, поэтому, нам представляется крайне важным внедрение разработанного экспресс-метода раннего распознавания неадекватной реакции организма на физические нагрузки в динамике анализа ВСР в спортивную практику.

В тренировочном процессе необходим постоянный динамический контроль функционального состояния и реактивности регуляторных систем, определяющих эффективность работы адаптационных механизмов, а использование методов анализа ВСР позволяет достичь эффективности работы адаптационных механизмов и не допустить их нарушения[4].

Обсуждение. Например в игровых видах спорта, для тренера, очень важно знать в каком состоянии находится организм того или иного игрока на момент тренировки. Рассмотрим пример, в котором организм одного игрока восстановился на 100%, а другого – только на 70%. При одинаковой нагрузке, механизмы адаптации первого игрока переходят в режиме активации, а второго – в режим мобилизации. Для первого игрока нагрузка является адекватной, а второго она приводит к накоплению синдрома усталости и нарушению вегетативного гомеостаза, а, как известно, это прямой путь к развитию спортивной патологии.

Функциональные резервы второго игрока быстро истощаются, а это чревато срывом адаптации. Известно, что нарушение вегетативного гомеостаза это – прямой путь к развитию спортивной патологии, и, в первую очередь, со стороны сердечно-сосудистой системы[4].

Если бы оба игрока в нашем примере перед началом тренировки прошли обследование ВСР, то сразу бы стало ясно, что для второго игрока адекватной будет 70%-я нагрузка. Тогда, к следующей игре, и второй игрок будет готов на все 100%, и его спортивная форма будет расти с каждой неделей выше и выше. Таким образом, обследование ВСР позволяет всегда держать в готовности именно всю команду, а не отдельных спортсменов или игроков, и на каждой игре всей команде быть на оптимальном уровне.

Помимо оценки процента готовности организма к физическим нагрузкам в целом, технология ВСР позволяет еще оценивать процент готовности к специальным работам в различных зонах энергообеспечения и добиваться эффективности в этих работах. Важно проводить обследование именно в тот день, когда ведется конкретная работа, например, только работа на скорость или силу, или, только на технику, или, просто во время отдыха, или, только в аэробной зоне. Именно своевременное обследование ВСР обеспечит готовность команды на все 100%, что важно иметь в день игр, в этом и заключается уникальность программы ИСКИМ 6.2, которая, при правильном ее использовании, трансформируется в искусство и уникальность тренера. В программе ИСКИМ 6.2 заложен богатый опыт, уникальный подход к тренировочному процессу на основе последних современных разработок.

Однако правильная интерпретация параметров ВСР возможна только при наличии специальных знаний, которых спортивный врач часто не имеет. Поэтому, в помощь спортивному врачу нами разработан специальный сервис, благодаря которому спор-

тивный врач имеет возможность отправить зарегистрированную медико-биологическую информацию эксперту. Эксперт через непродолжительное время отправляет спортивному врачу рекомендации по планированию уровня физических нагрузок и программ спортивных тренировок. Этот сервис прошел апробацию при подготовки сборных команд России в Бразилии. Спортивные врачи, в сочетании с профессионализмом сотрудников кафедры валеологии и медико-биологических основ физической культуры, также очень богатым багажом знаний и умением учеников профессора Н.И. Шлык, имеют возможность сделать всех пользователей комплекса Варикард более здоровыми и сильными. Упомянутая выше программа ИСКИМ 6.2 предназначена для экспертов по ВСП. Для пользователей, не являющихся таковыми, есть программа регистрации ЭКГ. В этой программе очень мало кнопок, только старт, выбор сценария обследования, передача ЭКГ эксперту и просмотр полученных от эксперта результатов. Программное обеспечение при этом исключает утечку информации, касающуюся персональных данных обследуемого спортсмена.

Выводы.

1. Для повышения уровня функциональной готовности спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности крайне важно внедрять в спортивную практику врача, тренера и самого спортсмена метод экспресс-анализа ВСП, позволяющий осуществлять индивидуальный подход к тренировочному процессу.

2. Для раннего распознавания признаков перенапряжения регуляторных систем и неадекватности реакции организма на выполняемые тренировочные и соревновательные нагрузки в тренировочном процессе и своевременной его корректировки необходимо проводить экспресс-анализа ВСП в покое и ортостазе.

3. Результаты экспресс-анализа ВСП позволяют своевременно выявить спортсменов с выраженными нарушениями вегетативного баланса в покое и парадоксальной реакцией на ортостаз и направлять их на углубленный медицинский осмотр. В соответствие со статьей 3 Федерального закона от 04.12.2007 № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» мы рекомендуем спортивному врачу перевести на щадящий режим дальнейшие тренировки аэробной направленности таких спортсменов, обеспечивая тем самым, безопасность жизни и здоровья лиц, занимающихся физической культурой и спортом.

4. Мы рекомендуем органам государственной власти субъектов Российской Федерации в рамках оказания содействия развитию школьного и студенческого спорта за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации организовать дальнейшие научные исследования в области обеспечения безопасности физической культуры и спорта на основе использования методов анализа ВСП.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. Новые методы электрокардиографии под ред. С.В. Грачева, А.Л. Сыркина, Москва: Техносфера, 2007. - С. 474-496.

2. Баевский Р.М., Семенов Ю.Н., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. Вестник аритмологии 2001 г., №24, С65-87.

4. Физиология человека: Учебник / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ОАО Издательство «Медицина», 2011. - 662 с.: ил.: [2] л. ил. - (Учеб. лит. Для студ. мед. вузов).

3. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.

МЕТОДИКА НАХОЖДЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОГО КОМПЛЕКСА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С УМЕНЬШЕНИЕМ СЛУЧАЙНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Смагулов Н.К., Адилбекова А.А., Коваленко Л.М.

Карагандинский государственный медицинский университет, Казахстан
msmagulov@yandex.ru

TECHNIQUE OF FINDING OF THE INFORMATIVE COMPLEX OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS WITH REDUCTION OF THE CASUAL COMPONENT

Smagulov N. K., Adilbekova A. A., Kovalenko L. M.

Karaganda state medical university, Kazakhstan

Резюме. Работа посвящена выявлению наиболее информативных физиологических показателей, характеризующих функциональное состояние организма в целом и на их основе построение уравнений регрессии для оценки напряженности труда организма. Любой исследуемый биологический объект может быть охарактеризован некоторым конечным набором признаков, номенклатура которых обусловлена целью планируемого исследования. Предлагаемый метод позволяет существенно сократить размерность пространства изучаемых признаков без существенной потери информации об их изменчивости, ограничившись данными по нескольким наиболее информативным главным компонентам.

Ключевые слова: функциональное состояние, информативные показатели, компонентный анализ, регрессия, напряжённость труда.

Summary. The work is devoted to identifying the most informative physiological parameters characterizing the functional state of the organism as a whole and, based on the construction of regression equations for estimating the labor intensity of the body. Any biological object under study can be described by a finite set of features, the nomenclature of which is due to the aim of the planned research. The proposed method can significantly reduce the dimension of the space studied traits without significant loss of information about their variability, limiting data for several the most informative main components.

Key words: functional status, informative indicators, component analysis, regression, intensity of work.

Введение. Критерии оценки профессиональной нагрузки должны однозначно и объективно отражать в количественном виде изменения в организме с тем, чтобы в дальнейшем установить взаимосвязь изменений того или иного критерия и трудовой нагрузки. В этом смысле в качестве критерия могут выступать любые объективно измеряемые показатели состояния организма. Наиболее сложным является интерпретация полученных результатов, что прямо связано с поиском оптимума[3].

Решение этой задачи может осуществляться при помощи выбора из совокупности всех показателей, регистрируемых в пассивном эксперименте, наиболее информативных или путем нахождения значений новых интегральных показателей. Такой подход обладает ограниченными возможностями, поскольку в большинстве случаев получаемые выводы недостаточны для описания закономерностей, имеющих место в совокупности переменных. Возможность решения поставленной задачи дает применение методов многомерного статистического анализа[5].

Существует ряд методических подходов нивелирования сильной межфакториальной корреляции. Метод главных компонент - это один из способов понижения размер-

ности. Анализ факторной структуры позволяет выявлять скрытые, объективно существующие закономерности, позволяющие сократить число параметров при сохранении объема информации [6]. Применение данного метода позволяет выбрать наиболее информативный комплекс психофизиологических показателей, уменьшить случайную составляющую и оценить степень связи выделенных параметров с характеристиками производственной деятельности человека [4].

Цель работы: выявление наиболее информативных физиологических показателей, характеризующих функциональное состояние организма в целом и на их основе построение уравнений регрессии для оценки напряженности труда организма

Материалы и методы исследования. Объектом исследования явились студенты Карагандинского государственного медицинского университета. Всего обследовано 143 студента.

Физиологические и психометрические исследования включали: 1) измерение роста, массы тела, вычисление индексов массы тела (ИМТ), физического состояния (ИФС) и адаптационный потенциал (АП); 2) определение личностной (ЛТ) и реактивной (РТ) тревожности (по методике Ч.Д. Спилбергера, Ю.Л. Ханина; 3) субъективная оценка с помощью теста САН самочувствия, активности и настроения; 4) измерение систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления, частоты пульса (ЧП); 5) математический анализ сердечного ритма по Р.М. Баевскому; 6) измерение показателей функционального состояния умственной работоспособности (корректирующая таблица В.Я. Анфимова) с вычислением количества просмотренных (КПЗ) и найденных (КНЗ) знаков, число допущенных ошибок.

Компонентный анализ (метод главных компонент) проводится путем составления матрицы исходных физиологических данных. Для каждой главной компоненты по полученной корреляционной матрице высчитывается основной вклад (λ) в общую дисперсию по формуле $\lambda = \sum r^2$, где r – коэффициент корреляции. После чего исходя из общей суммы λ высчитывается для каждой компоненты процент вклада. Функции каждой компоненты высчитывались по формуле:

$$Y = \frac{1}{\text{Дисп.ГК}} * (A_1 * X_1 + A_2 * X_2 + A_3 * X_3 + \dots + A_n * X_n) \quad (1)$$

После этого в каждую формулу подставлялись значения по каждому испытуемому и по полученным цифровым значениям строилась база расчетных данных.

Статистическая обработка проводилась с помощью пакета программ Statistica 6 общепринятыми методами. Достоверными считались сдвиги при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Как видно из таблицы у студентов 1 были выделены 6 главные компоненты, охватывающие 61,4% вклада в общую дисперсию. Наибольший процент вклада в общую дисперсию отмечалось у первой главной компоненты (18,71%). В ее состав вошли комплексные показатели степени адаптации в равной степени, характеризующие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и вариабельности ритма сердца. Анализ знаковых значений коэффициентов корреляций показал, что при увеличении некой составляющей, выраженной в 1 главной компоненте, будет отмечаться увеличение ИФС (в сторону ухудшения его значений), при снижении АП (в сторону снижения механизмов адаптации), снижение допущенных ошибок при выполнении теста Анфимова (улучшение качества его выполнения), снижение показателей артериального давления и частоты пульса (уменьшение функционального напряжения со стороны сердечно-сосудистой системы), вегетативная нервная система перейдет с эрготропного на трофотропный режим (энергосберегающий режим), о чем свидетельствует увеличение рNN50 и снижение АМо50, снижение индекса напряжения (SI) [1]. Налицо все эффекты благоприятного течения адаптационного процесса.

Таким образом, данная компонента может быть показателем, который характеризует степень адаптации организма студентов к образовательному процессу.

Таблица 1

Матрица компонентных нагрузок физиологических показателей студентов-юношей

Показатели	Главные компоненты					
	1	2	3	4	5	6
ИМТ	-	0,46	-	-0,40	-	0,27
ИФС	0,70	-0,52	-	-0,27	-	-
АП	-0,53	0,75	-	-	-	-
Личностная тревожность	-	-	-	-0,41	0,41	-0,24
Реактивная тревожность	-	0,25	-0,34	-0,34	0,36	-0,36
Самочувствие	-	-	0,29	-	-0,59	0,48
Активность	-	-	0,34	-	-0,33	0,24
Настроение	-	-	0,38	-	-0,46	0,35
КПЗ	-	-	0,92	-	0,26	-
КНЗ	-	-	0,92	-	0,23	-
Индекс внимания	-	-	0,92	-	0,26	-
САД	-0,36	0,69	-	0,28	0,21	-
ДАД	-0,37	0,74	-	-	0,31	-
ЧП	-0,68	0,20	-	0,26	-	-
Индекс Руфье	-0,05	0,50	-	0,22	-0,33	-
Mean	0,75	-	-	-	0,30	-
MxDMn	0,84	0,24	-	-	-	-
pNN50	0,86	0,24	-	-	0,05	-
CV	0,67	0,40	-	-	-	-
AMoSDNN	-	-	-	0,41	-0,38	-0,50
AMo50	-0,75	-0,31	-	-	-	-
SI	-0,83	-0,21	-	-	-	-
THF	-0,37	0,25	0,21	-0,32	-	-0,20
RHF	0,56	0,45	-	0,51	-	-
PLF	-0,61	-	-	-0,56	-0,25	-
IC	-0,47	-0,41	-	-0,56	-	-
ПАРС	-	0,39	0,26	-0,49	-0,38	-0,39
Дисперсия	12,53	8,12	7,06	4,81	4,80	3,83
% от общей дисперсии	18,7%	12,1%	10,5%	7,17%	7,16%	5,72%

Примечание: в таблице указаны только достоверные коэффициенты корреляции ($p < 0.05$)

Высокие значения коэффициентов корреляции, наблюдаемые в данной компоненте ($r = 0,5 \div 0,86$) могут служить дополнительным критерием высокой ее информативной значимости. Остальные 5 главные компоненты в равной степени могут также претендовать на интегральные критерии ответной реакции организма на комбинированную нагрузку, поскольку в них включены показатели различных систем, хотя и в меньшем количестве и уровне статистической значимости.

Дополнительным критерием правильности представленного логического объяснения может служить расчетные значения, полученные путем математического вычисления по уравнению компоненты.

Так, для выявления компоненты, ответственной за функциональное напряжение организма, были вычислены функции каждой компоненты по общей структурной формуле (1).

Например, для 1 главной компоненты уравнение имело вид:

$$Y_1 = 1/19,38 \cdot (0,74 \cdot \text{ИФС} - 0,59 \cdot \text{АП} - 0,32 \cdot \text{САД} - 0,34 \cdot \text{ДАД} - 0,71 \cdot \text{ЧП} - 0,39 \cdot \text{Индекс Руфье} + 0,80 \cdot \text{Mean} + 0,67 \cdot \text{MxDMn} + 0,81 \cdot \text{pNN50} + 0,50 \cdot \text{CV} - 0,71 \cdot \text{AMo50} - 0,72 \cdot \text{SI} - 0,24 \cdot \text{THF} + 0,58 \cdot \text{PHF} - 0,65 \cdot \text{PLF} - 0,51 \cdot \text{IC} - 0,29 \cdot \text{ПАРС}) \quad (2)$$

Градации шкалы оценки адаптированности студента к образовательному процессу по уравнению 2 была проведена путем сравнительного анализа нескольких физиологических показателей, имеющих количественные градации адаптированности и напряженности функционального состояния организма.

Таблица 2

Пример расчета по полученному уравнению для 1 главной компоненты

ФИО	ИФС	АП	ЛТ	САД	ДАД	ЧП	Руфье	Mean	MxDMn	pNN50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ах-в С.	0,778	2,01	30	120	75	60	9,2	664,99	273,33	10,2
Ер-ва С.	0,567	2,35	38	130	90	72	6,2	788,96	373,33	17,1
Дж-в В.	0,822	1,76	31	110	70	60	5,6	945,48	494,17	20,8

Продолжение таблицы 2

1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ФИО	pNN50	CV	AMo50	SI	THF	PHF	PLF	IC	ПАРС	Урасч	Оценка
Ах-в С.	10,2	6,71	40,0	116,1	5,79	45,1	37,8	1,22	3	25,9	Перенапряжение
Ер-ва С.	17,1	8,67	26,8	46,3	3,76	26,2	58,6	2,81	6	35,8	Напряжение
Дж-в В.	20,8	8,25	29,8	32,6	6,02	16,9	44,2	4,9	3	48,3	Норма

Принцип работы с полученным уравнением в следующем: подставляются в формулу 2 значения конкретного индивидуума, путем не сложных математических расчетов вычисляется расчетный показатель ($Y_{гк1}$) и сопоставляется с нормативами: если выше 45 усл.ед. норма, если 30-45 – напряжение, 15-29 – перенапряжение и менее 15 срыв адаптации.

Таким образом, по полученным цифровым значениям функции главной компоненты получили расчетный уровень адаптации и дали физиологическую оценку. В таблице 2 показаны примеры расчета по уравнению 2 интегрального показателя и оценка состояния студента.

Как видно из таблицы 3, динамика средних расчетных величин, полученных с использованием уравнений главных компонент по всей базе данным студентов, обследо-

ванных ранее, соответствует динамике процесса адаптированности студентов к образовательному процессу.

Таблица 3

Средние расчетные показатели, полученные по уравнениям главных компонент у студентов в динамике образовательного процесса

Главные компоненты	1 курс	2 курс	3 курс
1ГК	44,3 ± 2,2	50,9 ± 2,7*	50,3 ± 2,3*
2ГК	35,8 ± 1,4	37,6 ± 1,4	37,1 ± 1,7
3ГК	60,1 ± 3	68,3 ± 3,1*	72,6 ± 4,3*
4ГК	-17,6 ± 0,8	-20,7 ± 0,7*	-15,5 ± 1,2
5ГК	84,2 ± 2,1	91,4 ± 1,9*	89 ± 2,4
6ГК	20,2 ± 0,5	18,7 ± 0,5*	21,6 ± 0,4*
<i>Примечание:</i> * - разница в сравнении с 1 курсом достоверна (p<0.05)			

Таким образом, использование метода главных компонент позволило расчетным методом получить интегральные показатели, характеризующие уровень функционального напряжения организма студентов на учебную нагрузку, с помощью полученных количественных критериев оценить внутренние структуры, выявить скрытые, объективно существующие закономерности. Основной же результат - исследователю удалось сократить число параметров без потери необходимого объема информации.

Выводы:

1. Функционирование любой биологической системы, и человека в частности, подчиняется принципам, общим для всех систем независимо от их цели и величины. Поэтому при анализе таких систем адекватным будет предлагаемый подход, который исходит именно из первостепенной значимости этих общих принципов и сложности систем организма, связанных с многокомпонентностью, многосвязностью и мультиварианбельностью регуляции биологических систем.

2. Любой исследуемый биологический объект может быть охарактеризован некоторым конечным набором признаков, номенклатура которых обусловлена целью планируемого исследования. Данный метод позволяет существенно сократить размерность пространства изучаемых признаков без существенной потери информации об их изменчивости, ограничившись данными по нескольким (1-3) наиболее информативным главным компонентам.

3. Предлагаемый методический подход оценки успешности адаптации студентов к образовательной деятельности и количественная градация на основе разработанной математической модели позволяет оперативно дать оценку уровня их работоспособности и составить прогноз успешности адаптации.

Список литературы:

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донозологическую диагностику. - М.: Фирма «Слово», 2008. -220 с.
2. Максимов Г.К., Сеницин А.Н. Статистическое моделирование многомерных систем в медицине. - Л.: Медицина, 1983. - С. 141.
3. Силантьев В.В. Критерии оптимальности трудовых нагрузок //Оздоровление труда в условиях современного производства. -М., 1990. -с.3-7.

4. Смагулов, Н.К. Математическая оценка влияния экологических факторов на уровень системного взаимодействия в организме школьников / Н.К.Смагулов, Е.А.Голобородько // Вестник Тверского государственного университета. - 2009. - №14. – С.61-70

5. Суржиков, В.Д. Применение многомерных статистических методов в оценке воздействия атмосферных загрязнений на здоровье населения / В. Д.Суржиков, Д.В. Суржиков // Гигиена и санитария. -2013. - №5. - С. 8-10.

6. Христиановский, В.В. Экономико-математические методы и модели: теория и практика / В.В.Христиановский, В.П.Щербина // Учебное пособие. Донецк, -2010. ДонНУ. -335 с.

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОГО ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА НА СТРУКТУРУ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ С СЕМЕЙНОЙ ОТЯГОЩЕННОСТЬЮ ПО АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Спицин А.П., Кушкова Н.Е., Першина Т.А. Бяков И.С.
ГБОУ ВПО Кировская ГМА Минздрава России, г.Киров
kf23@kirovgma.ru

INFLUENCE OF THE INITIAL VEGETATIVE TONE ON STRUCTURE OF THE WARM RHYTHM OF STUDENTS WITH THE FAMILY OT YAGOGOSHCHENNOST ON ARTERIAL HYPERTENSION

Spitsin A. P., Kushkova N. E., Pershin T. A. Byakov I. S.
SEI VPO Kirovskaya GMA Russian Ministry of Health, Kirov

Резюме. Изложены результаты изучения variability ритма сердца студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии. Обнаружен ряд особенных вегетативных регулирующих механизмов в управлении сердечным ритмом, значение которых, вероятно, отражают адаптацию сердечно-сосудистой системы к учебной деятельности.

Ключевые слова: variability ритма сердца, студенты, семейная отягощенность.

Summary. Results of studying of variability of a rhythm of heart of students with a family otyagoshchennost on arterial hypertension are stated. Obnakruzhen a number of the special vegetative regulating mechanisms in management of a warm rhythm which value probably reflect adaptation of cardiovascular system to educational activity.

Keywords: variability of a rhythm of heart, students, family otyagoshchennost.

Введение. Определение variability ритма сердца (ВРС) является доступным и хорошо изученным методом оценки автономных механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы. Особый интерес исследователей феномена ВРС привлекают учащаяся молодежь и люди с высокой интеллектуальной активностью — как модель выраженной адаптивной перестройки регуляторных механизмов. Последняя требует напряжения памяти, внимания, мыслительных процессов, поскольку учеба связана с постоянным восприятием и переработкой широкого объема новой информации. Умственный труд сопровождается целым рядом функциональных изменений со стороны нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Адекватное реагирование сердечно-сосудистой системы на эти требования возможно только в условиях перестройки регуляторных механизмов, в том числе — их вегетативной составляющей. В настоящей работе проведено исследование особенностей variability сердечного ритма у студентов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии под воздействием учебной деятельности.

Материал и методы исследования. В исследовании включены здоровые студенты (N=118, здоровые-67 человек, семейнаяотягощенность-51 человек) не предъявлявшие жалоб на момент исследования, без соматической патологии, с нормальным уровнем АД, без патологических изменений ЭКГ, с нормальной массой тела. Все испытуемые предварительно были ознакомлены с содержанием исследования, получено информированное согласие на него. Оценку семейного анамнеза осуществляли на основе опроса студентов с помощью стандартной анкеты ВОЗ «Семейный анамнез». Регистрировали у родственников 1 степени родства (родители, родные братья и сестры, дети) случаи смерти от инфаркта миокарда или инсульта, перенесенные ИМ или АГ. Семейный анамнез считали отягощенным при наличии у студентов 2 пораженных родственников или более. В работе соблюдались этические принципы, предъявляемые Хельсинкской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2000 ред.).

Кардиоинтервалографическое исследование проведено с применением современного диагностического комплекса «ВНС-Спектр» («Нейрософт», г.Иваново). Вариабельность ритма сердца оценивали по стандартизированной методике, принятой Европейской ассоциацией кардиологии и Североамериканской ассоциацией ритмологии и электрофизиологии. При использовании кардиоинтервалографии вычисляли следующие показатели временного анализа: RRNN, мс (среднее значение интервалов RR), SDNN (СКО), мс (среднее квадратическое отклонение величин NN-интервалов анализируемой записи), RMSSD, мс (корень квадратный из средней суммы квадратов разностей величин соседних пар NN-интервалов), pNN50, % (процент пар последовательных интервалов NN, которые различаются более, чем на 50 мс), показатели спектрального анализа: TP (Total Power), мс² (общая мощность в диапазоне частот $\leq 0,4$ Гц), HF (High Frequency), мс² (мощность в диапазоне высоких (0,15 – 0,4 Гц) частот (волны длительностью 2,5 – 6,5 сек), LF (Low Frequency), мс² (мощность в диапазоне низких (0,04 – 0,15 Гц) частот (волны длительностью 6,5 – 25 сек), VLF (Very Low Frequency), мс² (мощность в диапазоне очень низких ($\leq 0,04$ Гц) частот (волны длительностью более 25 сек), HFnorm, % (нормализованная мощность в диапазоне высоких частот) – отражает относительный вклад HF-компонента в общую мощность за вычетом VLF-компонента, LFnorm, % (нормализованная мощность в диапазоне низких частот) – отражает относительный вклад LF-компонента в общую мощность за вычетом VLF-компонента; LF/HF; показатели кардиоинтервалографии по Р.М. Баевскому: АМо (амплитуда моды), % (количество кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды (в %)); ВПР (вегетативный показатель ритма), у.е. ($ВПР = 1/Мо \times ВР$); ИН (индекс напряжения регуляторных систем), у.е.; ($ИН = АМо/2 \times ВР \times Мо$).

Цифровые данные обработаны при помощи пакета программ "STATISTICA 6". Для выявления связи между исследуемыми показателями будут использовали методы корреляционного анализа для параметрических и непараметрических видов распределения - критерии Пирсона и Спирмена соответственно. Достоверными считали различия и корреляции при $p < 0.05$

Результаты и обсуждение. У юношей старших курсов с СО по АГ с доминированием симпатического отдела ВНС были достоверно меньше значения SDNN ($p=0.023$), rMSSD ($p=0.039$), а АМо была больше ($p=0.043$), по сравнению с со здоровыми того же возраста, что указывает на усиление симпатических влияний в регуляции сердечного ритма. Для юношей с семейной отягощенностью также была характерна централизация в управлении СР, на что указывают более высокие значения ИН ($p=0.04$). Тенденция к централизации в управлении СР подтверждается и доминированием VLF домена в спектре сердечного ритма по сравнению со здоровыми ($p=0.001$). У здоровых доминировал HF домен ($p=0.003$). Доля LF и VLF у студентов с СО составила соответственно

46.5±3.07% и 40.27±3.26%, а у здоровых 11.5±3.07% (p=0.001) и 29.97±3.26% (p=0.0008) соответственно.

Таблица 1.

Показатели сердечного ритма у юношей старших курсов с семейной отягощенностью по артериальной гипертензии в зависимости от исходного вегетативного тонуса (M±m)

Показатели	Тип ВНС			P	
	1.Симпатич (n=8)	2.Нормот. (n=6)	3.Вагот. (n=10)	2-1	2-3
RRNN,мс	635,3±12.39	817.6±18.10	988±133	0.0000	0.0000
SDNN, мс	29.4±4.92	59.61±10.65	43.4±3.47	0.00001	0.022
rMSSD, мс	21.24±1.86	43.95±6.41	42.53±2.25	0.0005	0.0008
pNN50,мс	2.58±1.21	9.16±2.21	10,4±1.55	0.0004	0.005
АМО,%	56.73±2.91	36.39±2.4	43.7±3.84	0.0004	0.15
ИИ, ед	293.5±42.75	90.6±18.6	114.8±20.08	0.00003	0.002
TP,мс ²	2257±774	7388±2523	3051±782	0.004	0.018
VLF, мс ²	1050±439.6	1892±575.5	926±397.8	0.34	0.001
LF, мс ²	584.6±153	1840±749	647±221	0.00005	0.022
HF, мс ²	623±202.3	3656±1636	1447±202	0.0005	0.05
VLF,%	46.5±3.07	30.19±6.33	24.13±7.15	0.0003	0.001
LF,%	40.27±3.26	46.45±6.62	23.59±1.34	0.0000	0.008
HF,%	13.22±1.72	22.95±7.16	52.01±776	0.0001	0.3
LF/ HF	8.14±4.44	4.08±1.1	0.84±0.09	0.8	0.027

Достоверных различий в структуре СР между юношами с СО по АГ и без нее с нормотоническим типом регуляции не выявлено. Для юношей с СО по АГ при ватоническом типе регуляции, по сравнению со здоровыми, характерно снижение значений SDNN (p=0.004), rMSSD (p=0.005), pNN50 (p=0.005), что можно трактовать как снижение вариабельности сердечного ритма в целом, но не позволяет утверждать об уменьшении парасимпатических влияний, так как доля HF (58.01±6.76 %) продолжает доминировать в структуре сердечного ритма. Для них характерно значимое уменьшение мощности как TP, так и снижение мощностей спектра во всех частотных диапазонах, а также увеличение индекса активации подкорковых центров (с 0.88±0.14 до 2.18±0.67, p=0.06). Структура сердечного ритма у юношей старших курсов с семейной отягощенностью по АГ представлена в таблице 1.

У девушек старших курсов с семейной отягощенностью по АГ с доминированием симпатического отдела ВНС временные показатели ВСР (SDNN (p=0.06), rMSSD (p=0.023), pNN50 (p=0.023) свидетельствовали о снижении вагусной активности по сравнению с лицами без семейной отягощенности. При этом, в отличие от мужчин этого возраста, статистически значимых различий в долевых вкладах VLF и LF не выявлено, хотя их мощность у лиц с отягощенностью по АГ была меньше. Обращают внимание низкие значения мощности спектра в HF диапазоне (25.72±5.72% против 34.22±4.72%, p=0,016) у лиц с семейной отягощенностью, что отражает сдвиг вегетативного баланса в сторону усиления симпатического контура регуляции сердечной деятельности.

У студенток старших курсов с нормотоническим типом вегетативной регуляции достоверные различия выявлены только по среднему значению RRNN интервалов (648,3±10.39мс против 662,3±8.39мс в контрольной группе, p=0.006). На снижение активности парасимпатической нервной системы в регуляции СР у лиц с СО указывала мощность в HF домена (2074.6±405 мс² против 2649±526 мс² у здоровых, p=0.047).

Существенно не различались показатели ВРС у студенток старших курсов с ваготоническим типом регуляции. Тем не менее, в спектре СР у девушек с СО был высокий уровень очень медленного диапазона (VLF), при этом мощность LF и HF была ниже по сравнению с здоровыми, что отражает тенденцию к доминированию центрального контура регуляции.

Сравнительный анализ изменений в структуре сердечного ритма у юношей младших и старших курсов с симпатикотонией при семейной отягощенности показал следующее. Индекс напряжения был достоверно больше у студентов младших курсов ($447,5 \pm 76.95$ усл. ед. против 293.5 ± 42.75 усл. ед., $p=0.017$). Однако, если на младших курсах в структуре сердечного ритма доминировали только VLF волны, то на старших курсах существенно возросла и доля LF ($26.6 \pm 3.26\%$ против $40,27 \pm 3.26\%$ у старшекурсников, $p=0.003$), что указывает на более высокий уровень активности вазомоторного центра и симпатических влияний. Обращает также внимание и снижение доли HF на старших курсах (с $18.7 \pm 2.79\%$ до $13.22 \pm 1,72\%$) у старшекурсников, $p=0.0001$). Если у юношей младших курсов с СО доминировал HF диапазон ($53.2 \pm 4.08\%$ против $22.98 \pm 2.11\%$ у старшекурсников, $p=0.0006$), то на старших курсах существенно возрастает доля LF домена (с $28.25 \pm 2.62\%$ до $46,75 \pm 6,31\%$ на старших курсах, $p=0.012$) при нормотоническом типе ВНС. Более высокое соотношение симпатических и вагусных влияний на синусовый ритм (отношение LF/HF было больше у мужчин, чем у женщин, $p=0,003$) было показано в исследовании Р.Х. Гимаева и др., 2009). Также обращает внимание возрастание доли VLF в общем спектре (VLF%) у старшекурсников (с $18.53 \pm 2.95\%$ до $30.26 \pm 6.33\%$, $p=0.012$).

Достоверных различий между юношами младших и старших курсов с семейной отягощенностью по АГ с ваготоническим типом регуляции не выявлено, однако наблюдается тенденция к усилению симпатических и центральных влияний у старшекурсников.

Характерной особенностью изменений при симпатикотонии у девушек является снижение долевого вклада HF домена (с $23,4 \pm 2,85\%$ на младших курсах до $12.06 \pm 2,3\%$ на старших). Достоверно увеличивается вклад LF (с $26,8 \pm 2.85\%$ до $42,8 \pm 8,2\%$ на старших курсах, $p=0,019$), что указывает на более высокую активность вазомоторного центра и симпатических влияний. При росте симпатической активности, о чем свидетельствует LF составляющая спектра, одновременно происходит и усиление центральных влияний. На это указывает достоверный рост ИЦ (с $4,66 \pm 0,99$ усл. ед. до 9.81 ± 1.94 усл. ед., $p=0.01$ на старших курсах. Это также подтверждается достоверным ростом АМо (с $30,39 \pm 3,87\%$ до $42,56 \pm 2,68\%$, $p=0.027$), снижением SDNN (с 67.23 мс до $45,49 \pm 3,48$ мс, $p=0.027$) и более высокими значениями ИН (с $66,9 \pm 14,2$ усл. ед. до $130,3 \pm 14,23$ усл. ед., $p=0.36$) у студенток старших курсов. На старших курсах по сравнению с младшими у девушек с ваготоническим типом регуляции происходит достоверное снижение доли LF компонента (с $15.61 \pm 0.86\%$ на младших курсах до $11.11 \pm 0,9\%$, $p=0.04$ на старших курсах), а также увеличение доли HF с $53.97\% \pm 3.19$ до $66.71 \pm 0.79\%$, $p=0.03$). Можно предположить, что формируется преобладание парасимпатического компонента над симпатическим.

Заключение. Типичным для студентов с семейной отягощенностью является смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических и центральных влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы (что следует из увеличения АМо, ИН, вклада LF и VLF. В тоже время у здоровых в структуре спектра ($p=0.005$) доминировал HF компонент. У девушек младших курсов с нормотоническим типом регуляции с семейной отягощенностью доля VLF была больше LF, а у лиц мужского пола той же возрастной группы наоборот – LF больше VLF, что подтверждает более высокую симпатическую активность у юношей. У девушек-ваготоников так же как и юно-

шей доминировал HF домен, но доля VLF была больше LF, что указывает на тенденцию к централизации в управлении сердечным ритмом. Смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических и, в особенности, центральных влияний (увеличивается долевые вклады LF и VLF-волн) у студентов обоего пола продолжается и на старших курсах. У девушек –ваготоников, в отличие от юношей, на старших курсах происходит усиление парасимпатических влияний (увеличение мощности HF-волн), но также усиливаются и центральные влияния (увеличение доли VLF – волн).

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ОТ 1 ГОДА ДО 7 ЛЕТ.

Стручкова И.В., Антонова Л.К., Кушнир С.М.

ГБОУ ВПО «Тверской государственный медицинский университет Министерства
здравоохранения России», г.Тверь
struchkova.iv@yandex.ru

FEATURES OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM AT HEALTHY CHILDREN AGED FROM 1 YEAR UP TO 7 YEARS

Struchkova I.V., Antonova L.K., Kushnir S.M.

Tver State Medical University, Tver

Резюме. В работе представлены сведения об особенностях вегетативной регуляции у здоровых детей. Приведён анализ показателей кардиоинтервалограммы в возрастных группах от 1-го до 7 лет. Выявлены закономерности симпатического и парасимпатического взаимодействия в структуре автономного контура вегетативной регуляции и направленности их центрального стимулирования. Показано нарастание с возрастом парасимпатических влияний на сердечный ритм.

Ключевые слова: здоровые дети, вегетативная регуляция, вариабельность сердечного ритма.

Abstract. The paper presents information on the specific features of vegetative regulation in healthy children. It gives indices of cardiointervalography in age groups from 1 to 7 years. Regularity sympathetic and parasympathetic interactions in autonomous circuit of vegetative regulation and direction of their central stimulation were revealed. It shows increase of parasympathetic influence on heart rate during the maturing.

Keywords: healthy children, vegetative regulation, heart rate variability.

Введение. В основе развития и биологического созревания ребенка лежат процессы качественного преобразования регуляторных механизмов, обеспечивающих оптимальную деятельность всех физиологических систем и успешную адаптацию организма на каждом этапе онтогенеза [6]. Особенно важным для формирования приспособительных возможностей организма, рассматриваемых многими авторами, как важнейший критерий здоровья [1, 2], является период раннего детства и дошкольного возраста. Интенсивные морфофункциональные перестройки органов и систем в этом возрасте сопровождаются выраженными изменениями механизмов вегетативной регуляции. Для оценки состояния регуляторных систем в целом широко используется метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) [4]. Однако, имеющиеся данные о параметрах ВСР у здоровых детей раннего и дошкольного возраста, немногочисленны и противоречивы [3, 5], что связано с отсутствием общепринятых норм и критериев оценки показателей ВСР. Вместе с тем, изучение возрастной динамики ВСР в норме необходимо для контроля становления регуляторных механизмов, своевременного выявления и коррекции негативных изменений и сохранения здоровья ребенка.

Целью исследования было выявить особенности вегетативной регуляции у здоровых детей первого года жизни и дошкольного возраста в системе нейрогенных симпато-парасимпатических и гуморальных влияний на сердечный ритм.

Методы. Проведено одномоментное функциональное исследование variability сердечного ритма (ВСР) 57 детей I и II группы здоровья. Обследованные дети были разделены на 2 группы: 1-я – в возрасте 12 мес. жизни, 2-я – от 4 до 7 лет. Исследование проводилось методом кардиоинтервалографии в положении лежа по общепринятой методике с использованием вегетотестера "Полиспектр-8Е/88" ("Нейрософт", Россия). Мониторинг на коротких участках составлял 5 мин. (не менее 500 кардиоциклов). Экстрасистолы из анализа исключались. Анализировались показатели кардиоинтервалограммы: симпатической (АМо, %), парасимпатической (ΔX , с) и гуморальной (Мо, с) активности; стресс-индекс (SI, усл.ед.), характеризующий исходный вегетативный тонус (ИВТ). Из данных спектрограммы изучались суммарная мощность волн спектра (TP, $мс^2$ и %) и ее компоненты: мощность волн в диапазоне высоких (HF, $мс^2$ и %) и низких (LF, $мс^2$ и %) частот, отражающие соответственно парасимпатическую и симпатическую активность, мощность волн спектра в диапазоне «очень» низких частот (VLF, $мс^2$ и %), интерпретируемая как энерго-метаболический компонент в оценке исходного уровня вегетативной регуляции. Определена принадлежность детей к типу вегетативной регуляции: I - умеренному и II - выраженному преобладанию центральной регуляции (УПЦР и ВПЦР), III - умеренному и IV - выраженному преобладанию автономной регуляции (УПАР и ВПАР) [7]. Статистические исследования проводились непараметрическими методами: критериями Манна-Уитни и Вилкоксона.

Результаты и обсуждение. Данные показателей ВСР обследованных детей представлены в таблице 1.

Сопоставление данных таблицы выявило разный уровень активности центрального контура регуляции сердечного ритма у детей исследуемых групп. Так показатель симпатической активности АМо (%) у дошкольников был ниже, чем у детей 12 мес. жизни (на 18,3%). На ослабление централизации в управлении сердечным ритмом во 2-ой группе указывало и снижение на 75% SI (усл.ед.).

Таблица 1

Показатели ВСР фоновой пробы здоровых детей, ($M \pm m$)

Параметры	1 группа (n=22)	2 группа (n=35)
Мо, с	0,43±0,01	0,62±0,01 ^{##}
АМо, %	51,9±2,82	42,4±2,1 ^{##}
ΔX , с	0,24±0,03	0,51±0,04 ^{##}
SI, усл.ед.	351±66,6	87,4±10,6 ^{##}
TP, $мс^2$	3424,8±638,8	4283,1 ± 379,5
HF, $мс^2$	263,6±78,3	1870,3 ± 220,9 ^{##}
HF, %	9,0±1,1	40,8 ± 2,1 ^{##}
LF, $мс^2$	1001,5±223,2	1333,8 ± 124,9 ^{##}
LF, %	33,9±3,1	32,1 ± 1,5
VLF, $мс^2$	2159,9±477,8	1079,0 ± 103,9
VLF, %	57,1±3,8	27,0 ± 1,7 ^{##}
LF/HF	4,54±0,56	0,92 ± 0,09 ^{##}

Примечание: ^{##} - статистическая значимость различий ($p < 0,05$) данных 1 и 2 группы;

У детей 12 мес. жизни высокие значения VLF ($мс^2$, %) характеризовали состояние регуляторных систем как гиперадаптацию. Но в возрасте 4-7 лет относительная доля VLF (%) была уже значительно ниже (на 30,1%). В то же время у детей 2-ой группы бо-

лее выраженными оказались влияния *со стороны автономного контура* регуляции. Это проявилось изменениями показателей активности парасимпатического отдела ВНС: более высокими, чем в 1-ой группе значениями ΔX , с (на 112,5%), абсолютным и относительным значениями HF соответственно на 608,4% и 31,8%. Подтверждало описанные изменения и существенное снижение (на 79,7%) в 4-7 летнем возрасте показателя симпато-парасимпатического баланса (LF/HF).

Анализ *ИБТ* по уровню SI в исследуемых группах представлял аналогию выявленным возрастным изменениям вегетативно-регуляторных влияний на сердечный ритм. Так у 77% детей 12 мес. жизни ИБТ характеризовался гиперсимпатокотонией и у 23% - симпатикотонией. В группе детей 4-7 лет за счет существенного снижения симпатических влияний и уравниваемости основных компонентов ИБТ у половины обследованных (57%) он носил характер эйтонии. На *оптимизацию вегетативного управления* сердечным ритмом с возрастом указывало ослабление напряжения адаптационно-компенсаторных процессов, выразившееся у старших детей более низким SI и LF/HF.

Состояние вагосимпатического баланса и степень напряжения регуляторных систем у детей характеризует так же вклад основных волновых компонентов в *структуру суммарной мощности спектра*. Согласно результатам исследования, в структуре спектра сердечного ритма у детей 12 мес. жизни преобладала относительная доля мощности волн, ассоциируемых с эрготропными влияниями надсегментарного уровня управления сердечной деятельностью: $VLF > LF > HF$ при наименьшей доле компонента спектра, характеризующего автономный контур регуляции (57,1% : 33,9% : 9,0%). У детей дошкольного возраста структура спектра принципиально отличалась от таковой у детей 1 группы: доли высоко и низкочастотных компонентов преобладали над долей «очень» низкочастотного: $HF > LF > VLF$ (40,8% : 32,1% : 27,0%).

Выявленные возрастные различия в соотношении уровней управления сердечным ритмом соответствуют распределению детей в группах по типам вегетативной регуляции (рис. 1).

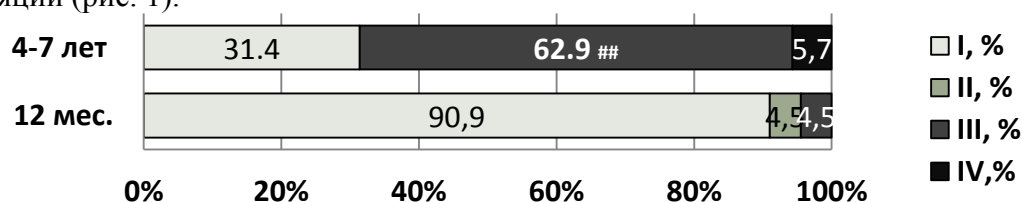


Рис. 1 – Типы вегетативной регуляции у здоровых детей.

Так в 1-ой группе 90,9% составляли дети с УПЦР (I тип). Во 2-ой группе большинство детей (62,9%) характеризовались II, более оптимальным типом вегетативной регуляции (УПАР).

Выводы. Для здоровых детей 12 мес. жизни характерна выраженная централизация и гиперадаптация в системе регуляции сердечного ритма. Высокую степень напряжения регуляторных систем в этом возрасте отражает преобладание в спектре сердечного ритма волнового компонента в диапазоне «очень» низких частот и принадлежность большинства детей к I типу регуляции.

К 4-7 годам у здоровых детей наблюдается снижение централизации и гиперадаптации, в сочетании с возрастанием роли автономного контура вегетативной регуляции ритма сердца, увеличением доли детей с УПАР, отражающими возрастное совершенствование иерархической структуры управления сердечным ритмом.

Список литературы:

1. Агаджанян Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье: учебное пособие /Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.

2. Алексеева Ю.А. Клинико-функциональные и метаболические критерии формирования и прогнозирования уровня здоровья детей и подростков: автореф. дисс. ... докт. мед. наук.: 14.00.09 / Алексеева Юлия Александровна; [Иван. гос. мед. академия]. – Иваново, 2003. – 43 с.

3. Антонова Л.К. Возрастные изменения variability сердечного ритма у здоровых детей / Л.К. Антонова, И.В. Стручкова, Е.А. Блинецова //Вариабельность сердечного ритма: материалы всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием /отв. ред. Д.А. Дмитриев.- Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2014.- 182 с.- С.14-18.

4. Баевский Р.М. Введение в донозологическую диагностику /Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Фирма «Слово», 2008. – 220 с.

5. Налобина А.Н. К вопросу о возрастной физиологической норме при оценке показателей variability сердечного ритма у детей первого года жизни [Электронный ресурс] /А.Н. Налобина, Е.С. Стоцкая // Фундаментальные исследования.- 2014. - №12.- С.2366-2372 Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-vozhrastnoy-fiziologicheskoy-norme-pri-otsenke-pokazateley-variabelnosti-serdechnogo-ritma-u-detey-pervogo-goda-zhizni>

6. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): руководство для врачей: в 2 т. /под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – Т.1-2.

7. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.

ТИПЫ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЛЫЖНИКОВ ПАРАЛИМПИЙЦЕВ-ИНВАЛИДОВ ПО ЗРЕНИЮ В СРАВНЕНИИ С ОЛИМПИЙЦАМИ

Тузлукова М.Д.

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры,

Санкт-Петербург

tuzlukovamd@gmail.com

TYPES OF REGULATION OF THE HEART RHYTHM OF SKIERS OF PARALYMPIANS VISUALLY IMPAIRED PERSONS IN COMPARISON WITH OLYMPIANS

Tuzlukova M. D.

St. Petersburg research institute of physical culture, St. Petersburg

Резюме. Целью нашего исследования было изучить и сравнить типы регуляции сердечного ритма лыжников паралимпийцев с олимпийцами. Было обследовано 32 спортсмена высшего спортивного мастерства во время подготовительного периода тренировочного цикла. Обследование проводилось на аппарате «Кардиометр-МТ» ТОО «Микард Лана» с записью ритмограммы. После проведенного обследования показатели РЖГ спортсменов были разделены на 4 группы согласно методики Н.И. Шлык. Данные обследования показали, что у паралимпийцев – инвалидов по зрению преобладает центральный тип регуляции сердечного ритма в сравнении с контролем.

Ключевые слова: variability, паралимпийцы, регуляции сердечного ритма спортсменов, спортсмены-инвалиды.

Summary. The purpose of our research was to study and compare types of regulation of a heart rhythm of skiers of Paralympians to Olympians. 32 athletes of the highest sports skill have been examined during the preparatory period of a training cycle. Examination was conducted on the office "Kardiometr-MT" of Mikard Lana LLP with record of a rit-

mogramma. After the conducted examination indicators of RKG of athletes have been divided into 4 groups according to a technique N. I. Shlyk. These inspections have shown that at Paralympians – visually impaired persons the central type of regulation of a warm rhythm in comparison with control prevails.

Keywords: variability, Paralympians, regulation of cardiac rhythm of sportsmen, athletes with disabilities.

Введение. В настоящее время система оценки типа вегетативной регуляции, предложенная проф. Н.И. Шлык (2009), доказала свою эффективность у спортсменов при оценке их функционального состояния в многочисленных исследованиях[5]. Однако работ по изучению типов регуляции паралимпийцев нам найти не удалось. В этой связи представлялось интересным проанализировать исходные типы регуляции спортсменов-лыжников паралимпийцев в сравнении со зрячими высококвалифицированными лыжниками - членами сборной команды РФ.

Цель исследования. Изучение распределения лыжников паралимпийцев-инвалидов по зрению в зависимости от типа регуляции сердечного ритма в сравнении с лыжниками – олимпийцами.

Материалы и методы. Исследовано 23 члена паралимпийской сборной команды РФ инвалидов по зрению и 19 лиц контрольной группы - членов сборной команды РФ по лыжным гонкам (олимпийцы). Обследование проводилось в подготовительный период тренировочного цикла на аппарате «Кардиометр – МТ» ТОО «Микард Лана» с записью ритмокардиограммы (РКГ). Изучены два показателя РКГ: ИН и VLF [1]. Статистический анализ проводился с использованием углового преобразования Фишера. Критерий оценивает достоверность различий между процентными долями двух выборок, в которых зарегистрирован интересующий нас тип регуляции.

Результаты: По результатам показателей РКГ спортсмены были распределены на четыре группы согласно методике Н.И. Шлык (таблица 1).

Таблица 1

Оценка типа регуляции (Шлык Н.И., 2009)

Группа	ИН, у. е.	VLF, мс2
I группа с умеренным преобладанием центральной регуляции	Более 100	Более 240
II группа с выраженным преобладанием центральной регуляции	Более 100	Менее 240
III группа с умеренным преобладанием автономной регуляции	30–100	Более 240
IV группа с выраженным преобладанием автономной регуляции (при TP>8000 мс2)	Менее 30	Более 500

Распределение спортсменов по типам регуляции в группах спортсменов по методике Н.И. Шлык представлены на рисунках 1 и 2.

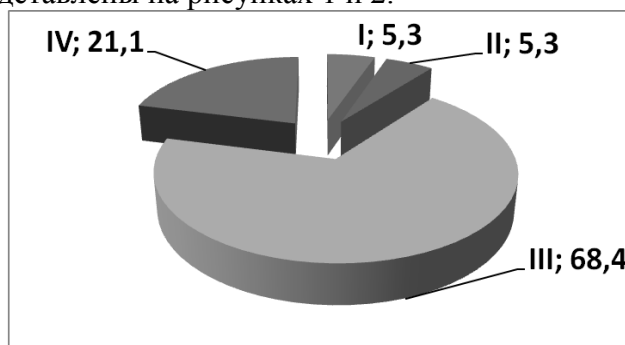


Рис 1. Распределение группы контроля по типам регуляции.

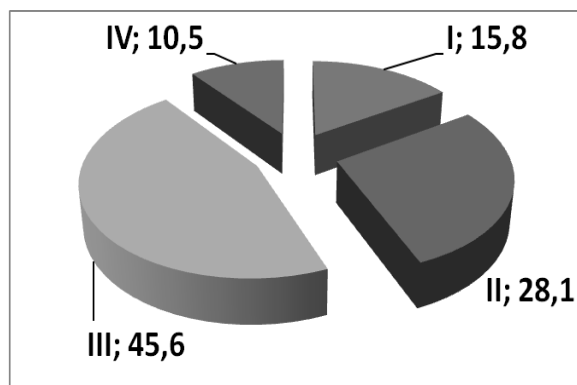


Рис 2. Распределение паралимпийцев по типам регуляции.

Как следует из полученных диаграмм, у паралимпийцев в покое преобладал центральный контур регуляции (I и II тип регуляции по Н.И. Шлык), который в совокупности отмечался у 43,9% паралимпийцев против 10,6% - в контроле с высокой степенью достоверности различий ($p < 0,001$ – по угловому преобразованию Фишера), то есть в четыре раза чаще.

Таким образом, данные оценки типа регуляции двух групп спортсменов показали преобладание центрального типа регуляции у слепых лыжников в сравнении с контролем.

Согласно данным Н.И. Шлык (2009), большинство здоровых спортсменов независимо от возраста и пола относятся к III группе (65–72%), что расценивается как оптимальное состояние регуляторных систем организма, в том числе и их ответ на физическую нагрузку [5]. Наблюдения автором в течение 5 лет за спортсменами этой группы показали, что в норме в покое у каждого индивидуума оптимальный тип регуляции сердечного ритма сохраняется и изменяется лишь при больших стрессовых нагрузках и донозологических состояниях, а также болезни, что является доказательством генетической детерминированности данного типа регуляции сердечного ритма. Таким образом, согласно физиологической целесообразности, по мнению Н.И. Шлык (2009), в норме оптимальной является III группа функционального состояния. Для спортсменов этой группы в основном характерен гипо- и эукинетический тип кровообращения, а для спортсменов I и II групп – гиперкинетический, то есть с отсутствием экономизации исходно [5].

По данным исследования Е.А. Гавриловой (2015), четвертый тип свойственен высококвалифицированным, хорошо тренированным и адаптированным спортсменам [3]. В совокупности оптимальные для занятий спортом III и IV типы регуляции встречались у 56,1% паралимпийцев против 89,5% спортсменов в контрольной группе, то есть в 1,6 реже.

Это, по-видимому, связано с тем, что адаптация к условиям спортивной деятельности у инвалидов по зрению проходит с более высоким напряжением регуляторных систем в покое с отсутствием должной экономизации на фоне исходно низких резервных и аэробных возможностей организма, обусловленных в том числе низким развитием автономного контура регуляции. Подобная динамика была отмечена Ивановым А.В. и А.А. Баряевым (2010) у паралимпийцев-дзюдоистов с нарушением функции зрения [2].

Одна из причин таких существенных различий в ВРС двух групп спортсменов состоит в том, что компенсация отсутствующего (слабого) зрения спортсменов происходит за счет напряжения других регуляторных систем организма, реализующих адаптацию к условиям спортивной деятельности. С другой стороны, низкие регуляторные возможности во многом связаны с предшествующим занятиям спортом малоподвижным образом жизни. Кроме того, тренированность паралимпийцев, безусловно, ниже,

чем в контрольной группе спортсменов, что также повышает напряжение адаптационных механизмов.

Выводы:

1. У лыжников паралимпийцев-инвалидов по зрению центральный тип регуляции сердечного ритма встречается в четыре раза чаще, чем у лыжников – олимпийцев.

2. Слепые и слабовидящие спортсмены нуждаются в более тщательном функциональном контроле при занятиях спортом, чем зрячие спортсмены.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – С. 265.

2. Иванов А.В. Типологические особенности свойств нервной системы элитных дзюдоистов-паралимпийцев / А.В.Иванов, А.А.Баряев // Адаптивная физическая культура. - 2010. - № 1. - С.18-20.

3. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность / Е.А. Гаврилова. – М.: Спорт. – 2015. – 168с.

4. Кузнецова И.А. Вегетативная регуляция сердечного ритма и успешность соревновательной деятельности стайеров / И.А. Кузнецова, С.И. Кудинова // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. прим-е. Тезисы докладов IV всероссийского симпозиума с международным участием, 19 – 21 ноября 2008г. – Ижевск., 2008. – С.164-167.

5. 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.

6. Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / European Heart Journal Vol. 17. 354-381, March 1996.

7. Precompetitive assessment of heart rate variability in elite female athletes during play offs / F. D'Ascenzi, F. Alvino, B.M. Natali et al. // Clin. Physiol. Funct. Imaging. – 2013. – Vol. 34, № 3. – P. 230–236.

8. Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain / C.P. Earnest, R. Jurca, T.S. Church, J.L. Chicharro // Brit. J. Sports Med. – 2004. – Vol. 38, № 5. – P. 568–575.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ ГЛЕНСДОРФА-ПРИГОЖИНА В ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ

Филатова Д.Ю., Горбунов Д.В., Прасолова А.А., Шерстюк Е.С.

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет» г. Сургут,
проспект Ленина, 1
Gorbunov.dv@mail.ru

THE APPLICABILITY GLANSDORF-PRIGOGINE THEOREM TO THE EVALUATION OF CARDIOINTERVALS PARAMETERS

Filatova D.J., Gorbunov D.V., Prasolova A.A., Sherstuk E.S.

Surgut State University

Резюме. Утверждается, что сердечно-сосудистую систему нельзя относить к традиционным хаотическим системам, т.к. для них невозможно автокорреляционные функции, не стремятся к нулю с ростом времени t экспоненты Ляпунова, нет выполнения свойства перемешивания и непрерывно их вектор состояния $x(t)$ демонстрирует хаотическое движение в виде $dx/dt \neq 0$. Предлагается энтропийный подход для описании оценки поведения кардиоинтервалов при широтных перемещениях. Сравниваются значения результатов площадей квазиаттракторов выборок кардиоинтервалов и значения энтропии Шеннона. Представлены примеры такой закономерности для параметров

кардиоинтервалов групп детей Югры при смене климатических поясов. Демонстрируется, что энтропийный подход обладает низкой диагностической ценностью в оценке выборок кардиоинтервалов.

Ключевые слова: кардиоинтервалы, теорема Глэнсдорфа-Пригожина, сердечно-сосудистая система.

Summary. It is argued that such systems can not be attributed to the traditional chaotic systems, as impossible for them to autocorrelation functions, do not tend to zero with increasing time t Lyapunov exponent, no mixing performance properties and their continuous vector $x(t)$ shows the state of chaotic motion in the form $dx/dt \neq 0$. Entropy approach is proposed for the description of the evaluation of the behavior of cardio at the latitudinal displacements. Compares the value of the results of space quasi-attractors samples cardio and values of the Shannon entropy. Examples of such laws for the cardio group settings Ugra children by changing climatic zones. It demonstrated that the entropy approach has a low diagnostic value in the assessment of cardio samples.

Keywords: cardio intervals, theorem Glansdorf-Prigogine, cardiovascular system.

Введение. На протяжении более чем 100 лет ведётся дискуссия о возможности применения различных статистических методов в оценке динамики кардиоинтервалов. Однако многочисленные попытки анализа *спектральных плотностей сигнала* (СПС), *автокорреляционных функций* $A(t)$, расчёта экспонент Ляпунова, свойства перемешивания, использования теории фракталов и других подходов не могут демонстрировать существенных результатов в изучении выборок *кардиоинтервалов* (КИ). Отметим, что последовательность КИ и составляет некоторый сигнал $x_1(t)$ во времени t , а его производная $x_2=dx_1/dt$ образует вторую координату некоторого *фазового пространства состояний* – ФПС [2-5].

Главная проблема низкой эффективности традиционной науки в описании сложных биосистем (*complexity*, систем третьего типа [1-3]) заключена именно в хаотической особенности поведения кардиоинтервалов, и других параметров *функциональных систем организма* (ФСО) человека которые (было продемонстрировано в ряде публикаций [1-5]) очень похожи на постуральный тремор (там получают аналогичные результаты). В целом, особенностью всех процессов, обеспечивающих гомеостаз, является постоянная хаотическая динамика изменения всех параметров x_i вектора состояния сложных биосистем – *complexity* $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном *фазовом пространстве состояний* (ФПС).

Объект и методы исследования. На начальном этапе эксперимента группы были разделены по гендерным различиям. В статье представлены результаты углубленного исследования параметров выборок кардиоинтервалов девочек в возрасте 7-14 лет, проживающих на территории Югры, в г. Сургуте. Регистрация параметров *сердечно-сосудистой системы* (ССС) детей производилась в 4 этапа: **I** – перед вылетом из г. Сургут; **II** – по прибытию в детское санаторно-оздоровительное учреждение «Юный нефтяник»; **III** – перед вылетом из учреждения; **IV** – по прилету в г. Сургут.

Выборки кардиоинтервалов обрабатывались программным комплексом для формирования вектора $x=(x_1, x_2)^T$, где $x_1=x(t)$ – динамика абсолютного значения кардиоинтервалов на некотором интервале времени Δt , x_2 – скорость изменения x_1 , т.е. $x_2=dx_1/dt$. На основе полученного вектора состояния КРС $x(t)=(x_1, x_2)^T$ строились *квазиаттракторы* – КА динамики поведения вектор состояния системы, определялись площади полученных квазиаттракторов S по формуле $V_G^{max} \geq \Delta x_1 * \Delta x_2 \geq V_G^{min}$ [2-5], где Δx_1 – вариационный размах величины кардиоинтервалов, Δx_2 – вариационный размах для скорости изменения этих кардиоинтервалов. В конечном итоге анализ состояния выборок кардиоинтервалов испытуемых при широтных перемещениях проводился на основе сравнения пло-

щади КА в виде S , а также энтропии Шеннона E . Значение энтропии Шеннона E определяется по формуле $E(x) = -\sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i)$, где p – функция вероятности. Производилось

статистическое сравнение значений энтропий параметров КРС в 4-х уникальных состояниях детей E с особенностями функциональных состояний обследуемых в четырёх уникальных режимах измерений.

Результаты исследования и их обсуждение. Сложные биосистемы СТТ - complexity обладают пятью уникальными свойствами: компартментно-кластерная организация (основа синергетики), отсутствие стационарных режимов ($dx/dt \neq 0$ непрерывно и начальное значение $x(t_0)$ неповторимо!), эволюция СТТ в ФПС, телеологически обусловленное развитие и возможность выхода за пределы 3-х сигм, 20-ти сигм и т.д. [1-5].

Для КИ легко можно продемонстрировать выход за 20 сигм и больше. Последнее свойство для КИ почти очевидно: при частоте 1Гц (одно сокращение в секунду) стандарт отклонения в норме составляет не более 0.1 сек ($\sigma = 0.1$ сек). Экспериментально можно легко вызвать задержку кардиоинтервалов на 60 сек, что в переводе на σ примет вид 60 сек/ 0.1 сек=600 σ . Для физики и техники такое невозможно в принципе, для живых систем – воспроизводимый случай. При этом 2-е свойство ($dx/dt \neq 0$) обозначается нами как «*glimmering property*» (или «*flickering*») и оно налагает запрет на любое повторение (произвольное) не только начального значения $x(t_0)$, но и любого отрезка динамики $x(t)$ в ФПС. Поведение СТТ (complexity) уникально и про такие системы И.Р. Пригожин говорил, что они – не объект науки и для них сейчас нами создается новая ТХС [2-5].

Таблица 1

Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 15-ти мальчиков по приезду в ЮН (2 этап исследования) и перед отъездом из ЮН (3 этап исследования) (парное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$, число совпадений $k=19$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00	.00	.00	.00	.93	.03	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.98	.01	.02
3	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.58	.07	.00	.00	.00
4	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.00	.82	.19	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1,00	.02	.07
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.57	.96	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00
11	.09	.00	.09	.00	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00
12	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.02	.05	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.98	.06	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.02
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.69	.00	.06	.00	.00	.00
15	.00	.00	.00	.00	.17	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.02	.37	.00

Если для 15-ти отрезков кардиоинтервалов детей рассчитать матрицу парного сравнения выборок КИ и их функций распределения $f(x)$, то для такого набора $f_i(x)$ и их парного сравнения по критерию Вилкоксона мы из 105 разных пар в лучшем случае получаем 10-12 пар у детей в возрасте 7-14 лет, которые продемонстрируют возможность отнесения этих двух выборок (и их $f(x)$) к одной генеральной совокупности. Остальные 90 пар сравнений разные. Система регуляции кардиоритма будет демонстрировать генерацию разных выборок, состояние регуляторных механизмов будет непрерывно изменяться.

Для всех $f_i(x)$ мы будем получать хаотический набор (за редким исключением стохастического совпадений пар, которые при повторях уже не будут совпадать). Пример такой матрицы парного сравнения кардиоинтервалов мы представляем в табл. 1.

Однако, в таком хаотическом калейдоскопе стохастики при изменении внешних условий среды или физиологического состояния организма число пар совпадений вполне закономерно будет изменяться. Например, число пар увеличивается до $k=18$ если сравнивать детей в двух различных состояниях (по прилету в лагерь «Юный нефтяник» и перед отлетом из лагеря «Юный нефтяник»)

Для анализа уровня хаотичности во временной развертке кардиоинтервалов была рассчитана энтропия Шеннона. Результаты таких расчётов представлены на примере группы девочек в четырёх различных временных точках в таблице 2. В таблице 2 видно, что энтропийный подход при анализе кардиоинтервалов не демонстрирует существенных различий. Согласно этим данным, выборки КИ для группы девочек на всех четырёх этапах исследования можно отнести к одной генеральной совокупности, т.е. ни одна из пар не демонстрирует различия в состоянии ССС детей. В четырех временных точках исследования, все группы можно отнести к одной генеральной совокупности, за исключением 2-х, в них $p < 0,05$.

Таблица 2

Таблица значений энтропии Шеннона для девочек при широтных перемещениях в четырех разных состояниях (E_1 -до отлета из г. Сургута, E_2 – по прилету в ЮН, E_3 - перед отлетом из ЮН, E_4 по прилету в ЮН)

	девочки			
	E_1 , перед отлетом из Сургута	E_2 , по прилету в ЮН	E_3 , перед отлетом из ЮН	E_4 , по прилету в Сургут
1	3.122	3.122	2.922	3.122
2	3.322	3.322	3.122	3.122
3	3.322	3.322	3.322	3.122
4	2.685	2.685	2.685	2.685
5	3.122	3.122	3.322	2.846
6	3.322	3.322	3.122	3.122
7	3.122	3.122	3.122	3.322
8	3.322	3.122	3.122	3.122
9	3.322	3.122	3.122	3.122
10	2.846	2.846	3.322	3.322
11	3.122	3.122	2.922	3.122
12	3.322	3.322	3.122	3.322
13	3.122	3.122	3.322	3.322
14	3.122	3.122	3.122	3.322
15	3.122	3.122	3.322	3.122
<E>	3.154	3.128	3.133	3.141
медиана	3.122	3.122	3.122	3.122

Сравнение энтропии E на всех этапах исследования не показывает (табл. 2) существенных различий. Величины E не изменяются значительно, параметры КИ не показывают существенных различий для энтропии, системы находятся как бы в стационарных состояниях. Для табл. 2 мы имеем критерий Вилкоксона для всех возможных пар сравнения существенно больше, т.е. $p > 0,05$. Рассчитанные нами медианы на всех 4-х этапах исследования количественно демонстрируют полное совпадение,

конкретно $E = 3,122$, но имеются некоторые статистически недо-стоверные различия. В целом, обычно методы ТХС и НЭВМ позволяют выявлять различия между выборками (что стохастика делать не может) и можно идентифицировать параметры порядка [1-4].

Выводы.

1. Основу третьей парадигмы и ТХС составляет проблема определенности и неопределенности биосистем-*complexity* (СТТ), которая в итоге сводится к проблеме порядка и беспорядка в оценке и моделировании *complexity*. На этом фоне все еще отсутствует понимание особенностей (а их сейчас 5) и принципов организации биосистем, принципиальной невозможности их описания в рамках детерминизма, стохастики и детерминированного хаоса Арнольда-Тома.

2. Функции распределения $f(x)$, энтропию E и др. статистические (термодинамические) параметры и характеристики весьма спорно использовать для описания СТТ. Однако, созданные новые методы и подходы, объединяющие стохастiku и хаос СТТ, обеспечивают в ряде случаев получение информации о состоянии особых биосистем.

Список литературы:

1. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4(20). С. 66-73.
2. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.
3. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.
4. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.
5. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3-24.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ГОМЕОСТАЗА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Филатова О.Е., Русак С.Н., Майстренко Е.В., Добрынина И.Ю.
БУ ВО «Сургутский государственный университет»
firing.squad@mail.ru

AGING DYNAMICS OF CARDIO-VASCULAR SYSTEMS HOMEOSTASIS

Filatova O.E., Rusak S.N., Maistrenko E.V., Dobrynina I.Y.
Surgut state University

Резюме. Рассматривается возрастная эволюция гомеостаза на примере изменения параметров квазиаттракторов и значений энтропии Шеннона женщин и мужчин. Были обследованы три возрастные группы коренного (аборигены) и пришлого населения Югры. Параметры x_i состояния сердечно-сосудистой системы трёх возрастных групп женщин и мужчин изменялись в пределах ограниченных объемов фазового пространства состояний, которые определялись как квазиаттракторы. Представлены общие критерии оценки эволюции параметров организма человека в норме и при патологии. Многочисленные примеры такой эволюции представлены в работе.

Ключевые слова: возрастная динамика, гомеостаз, сердечно-сосудистая система, нейро ЭВМ.

Summary. It was presented the aging evolution of homeostasis as the example of changing the cardio-vascular parameters and values of the quasi-attractors and Shannon entropy of women and man body of three age groups of indigenous and alien population of Ugra. Parameters x_i of the cardio-vascular system of the three age groups of women and man ranged limiting volume of the phase space of states, which are defined as quasi-attractor. It was presented common criteria for estimation of pathological or normal state of human body. Numerical examples of such evolution was presented too.

Keywords: age dynamics, gemostaz, cardiovascular system, neuro electro computer.

Введение. Изучение различий в параметрах сердечно-сосудистой системы организма между представителями коренного и пришлого населения базируется на задачах разделения разных групп (например, популяций), имеющих одинаковые (возрастные, половые и др.) характеристики признаков x_i . После выявления различий в параметрах (для сравниваемых групп) сразу возникает вопрос о значимости (ранжировании) используемых диагностических признаков. Это задача системного синтеза, т. е. отыскание параметров порядка (наиболее значимых x_i из всего набора $j=1,2,...,m$). В физиологии человека такая процедура укажет, на какие процессы следует обратить особое внимание (какие диагностические признаки x_i функциональных систем наиболее значимы и как реагируют функциональные системы организма ФСО на внешние воздействия) [2-6].

С математической точки зрения подобные задачи обычно решаются в рамках анализа статистических функций распределения для всех компонент x_i вектора состояния системы (ВСС) $x = x(t) = (x_1, x_2 \dots x_m)^T$ на основе статистической проверки гипотез или методами теории рисков. Последние годы к решению такой проблемы диагностики стали привлекаться методы нечетких множеств и теории нейросетей мозга. В последнем случае при использовании нейроэмуляторов возможно решение задачи бинарной классификации, которая определяет не только возможность (или невозможность) разделения двух разных в экологическом отношении сравниваемых групп, но и одной группы, находящейся в состоянии до воздействия внешних факторов и после такого воздействия (это часто встречается именно в экологии человека, в физиологии).

Нейро-ЭВМ в задачах диагностики неопределенности 1-го типа. Во всех подобных задачах мы имеем вектор состояния системы $x = x(t)$, где его компоненты x_i — это диагностические признаки изучаемой системы, а если объектов много, то мы имеем набор точек в фазовом пространстве состояний с координатами x_i ($i = 1, 2 \dots m$). Использование нейроэмулятора (на основе некоторого входного сигнала для нейросетей мозга) для идентификации различий в состояниях ФСО до и после воздействия позволяет установить наличие различий (если факторы существенно повлияли на изучаемый объект) или установить отсутствие таких различий (тогда влияние факторов несущественное). В первом случае нейро- ЭВМ (НЭВМ) разделяет обучающие выборки (характеризующие ФСО до воздействия и после воздействия), во втором случае задача бинарной классификации не решается, и мы принимаем решение о незначимом влиянии факторов на экосистемы.

Отметим, что очень часто в таких задачах статистические методы становятся бесполезными, т. е. функции распределения (и их параметры, характеристики) могут не различаться существенно (даже по всем x_i сразу!). Для примера представим табл. 1. Статистическое сравнение 3-х возрастных групп женщин-ханты и приезных по основным параметрам нейровегетативной системы в регуляции. Показывается, что номинальное различий между группами нет (см. табл. 1).

Таблица 1

Результаты статистической обработки основных шести интегральных параметров x_i вариабельности сердечного ритма женщин пришлого и коренного населения Югры

Группы Параметры	пришлое население			коренное население		
	1 и 2	1 и 3	2 и 3	1 и 2	1 и 3	2 и 3
SIM	0.00	0.00	0.25	0.37	0.00	0.00
PAR	0.00	0.00	0.39	0.11	0.00	0.09
SDNN	0.00	0.00	0.28	0.54	0.00	0.01
INB	0.00	0.00	0.33	0.84	0.02	0.03
SpO2	0.90	0.01	0.00	0.07	0.00	0.02
HR	0.91	0.19	0.21	0.01	0.02	0.21

Вслед за выявлением наличия существенных различий между двумя состояниями экосистемы (в момент времени t_1 — до воздействия и t_2 — после воздействия) возникает проблема выявления параметров порядка, т. е. наиболее важных диагностических признаков x_j ($j = 1 \dots k$, где $k < m$). В физиологии человека в качестве x могут выступать параметры функциональных систем организма (например, параметры сердечно-сосудистой системы — ССС или нервно-мышечной системы). Состояние ФСО организма испытуемых, их психофизиологических функций может характеризовать эффект экологического напряжения или экологического стресса.

Существенно, что при каждом повторении настройки нейронной сети мы получаем различные значения каждого w_{in} на каждой j -й настройке (итерации) и совпадения этих весов w_{ij} (i -й номер координаты и j -я итерация) никогда не наблюдается даже для $N = 10^6$ (мы делали миллион итераций). Тем более, если мы используем только 1-ую или 2-е итерации ($j = 1, 2$), как это обычно делалось ранее в разных работах, то мы получим единичное (разовое) распределение выходных весов признаков, которые не обладают информацией. Это означает, грубую ошибку в использовании НЭВМ при решении задачи системного синтеза.

Осуществив многократное повторение ($p = 1000$) данной процедуры, для каждого x_i после j -го повторения мы можем получить общее число хаотической генерации значений весовых коэффициентов w_{ij} . Из таких повторений мы получаем хаотическую динамику в виде матрицы: $W = \{w_{ij}\}_{i=1, \dots, m}^{j=1, \dots, p}$. Мы утверждаем: для каждой такой процедуры на выходе каждый раз мы получаем один и тот же общий результат в виде дифференцировки двух выборок (искусственные нейронные сети, как и биологические, реализуют задачу бинарной классификации), но в каждый момент времени величины весов признаков w , т. е. внутренней структуры нейронной сети, будут различными. Это значит, что все уже известные, т. е. полученные ранее в физиологии, параметры исследований, связанные с численными расчетами на основе нейроэмуляторов, не могут вносить значимый вклад в постановку диагноза о состоянии ФСО.

В этом хаосе поведения ФСО раскрывается механизм работы (в нашем случае это нейроэмулятор, а в физиологии — ФСО), когда его структура и внутренние функции никогда не будут определены. Разовые изменения не имеют информационного значения (это составляет основу базового 2-го постулата ТХС) [1-6]. В каждый следующий момент «черный ящик» (параметры ФСО, набор её x) будет другим, при этом выполняемая им функция остается неизменной.

Переход хаоса в порядок реализуется за счёт ревербераций в нейросетях мозга и в подобных нейросетевых системах не возникают флуктуации, которые закономерно возникают в стохастических системах. Мы будем иметь непрерывно изменяющиеся

функции распределения, которые для каждой выборки итерации имеют свои значения см. табл. 2.

Таблица 2

Усредненные значения отдельных координат весов признаков w_i вектора состояния системы (параметры w . — это показатели ССС людей перед их работой в ночную смену и после) при идентификации параметров порядка нейроэмулятором после $p \geq 1\,000$ итераций (настроек НЭВМ) в режиме бинарной классификации

Нейросети с $p \leq 5000 = 5 \times 1000$						
расчеты итераций по выборкам ($N > 1000$)	Средние значения весов признаков $\langle w_i \rangle$ для координат вектора состояния системы x_i по наибольшим и наименьшим весам					
	LF $\langle w_1 \rangle$	SIM $\langle w_2 \rangle$	HF $\langle w_3 \rangle$	CSS $\langle w_{13} \rangle$	NN $\langle w_{14} \rangle$	SPO2 $\langle w_{15} \rangle$
$P=5000, j=(1...5000)$	0,8012	0,5655	0,5603	0,4413	0,3709	0,337
$P=1000, j=(1...1000)$	0,7985	0,565	0,557	0,4443	0,3647	0,3337
$P=1000, j=(1000...2000)$	0,8058	0,5663	0,5641	0,4371	0,3642	0,3362
$P=1000, j=(2000,...,3000)$	0,7957	0,5678	0,558	0,4426	0,3678	0,3339
$P=1000, j=(3000,...,4000)$	0,8032	0,5571	0,558	0,4353	0,3774	0,3336
$P=1000, j=(4000,...,5000)$	0,8074	0,5741	0,5666	0,4526	0,3786	0,3536
Интервалы изменений средних $\langle \Delta w \rangle$	0,0117	0,017	0,0096	0,0173	0,0144	0,0166

Примечание. LF (мс^2) — спектральная мощность колебаний ритма в диапазоне низких частот (0,04...0,15 Гц), HF (мс^2) — спектральная мощность колебаний ритма в диапазоне высоких частот (0,15.0,4 Гц), SIM — индекс активности симпатического звена вегетативной нервной системы, NN — кардиоинтервалы в анализируемой выборке, SPO2 — содержание оксигемоглобина в крови, CSS — частота сердечных сокращений.

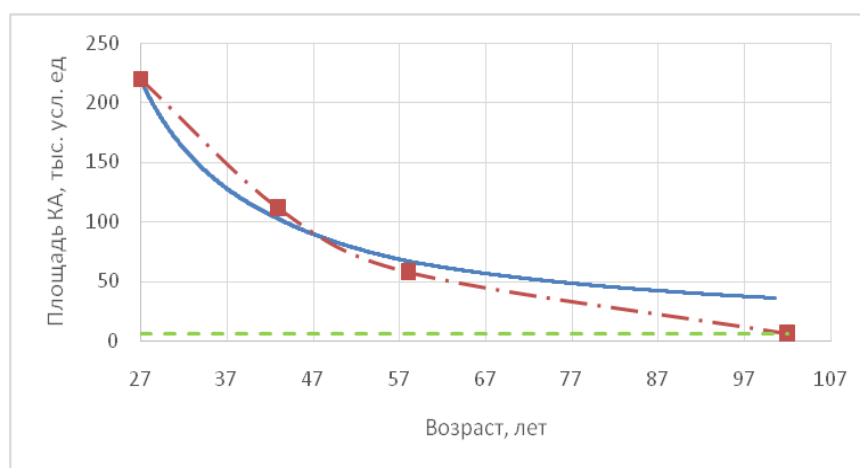


Рис. 1. Динамика реальных и модельных данных возрастных изменений площадей квазиаттракторов кардиоинтервалов (КИ) женщин ханты. Здесь: сплошная линия — модельные данные, штрих пунктирная — реальные данные, штрих — асимптота $y_a = a/b = 5,4$ тыс. у. е. для долгожительницы Р.Е.А. 102 года. Здесь $a = 0,0000284$, $b = 0,0000526$.

Для двумерного вектора кардиоинтервалов $(x_1 \ x_2)^T$ его объем V_G переходит в площадь квазиаттрактора S , которая закономерно изменяется с возрастом. Исследование функционального состояния организма у коренного населения северных террито-

рий РФ (младшая возрастная группа) показало доминирование парасимпатического (PAR) отдела вегетативной нервной системы над симпатическим (SIM). Так, при сравнении величины SIM и PAR у трёх возрастных групп женщин, представительниц коренного населения Югры, установлено устойчивое увеличение с возрастом величины медианы SIM и устойчивое снижение среднего значения PAR. Конкретная динамика кардиоинтервалов представлена на рис. 1 для отдельных примеров. Это совершенно не характерно для пришлого мужского и женского населения, динамики изменения КА для КИ которых имеет вид параболы. Отметим, что для любых x_i всего $x(t)$ всегда существует неопределенность 2-го типа, которая проявляется в крайне низком числе совпадений выборки КИ.

Заключение. ССС испытуемых старшей возрастной группы ханты обладает очень низкой вариабельностью сердечного ритма. Это является маркером долгожительства (и не только у народов ханты). Фактически, ритмограммы выстраиваются в порядке убывания, поэтому можно говорить о том, что сердце работает у пожилых и долгожителей (особенно) в крайне упорядоченном режиме (временные интервалы между ударами сердца практически одинаковые).

Список литературы:

1. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4(20). С. 66-73.
2. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.
3. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.
4. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.
5. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3-24.
6. Филатов М.А., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова-Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 24-32.

АНАЛИЗ ВСР В КОСМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «ПНЕВМОКАРД»

Фунтова И.И., Баевский Р.М., Черникова А.Г., Лучицкая Е.С.

Институт медико-биологических проблем Российской Академии Наук, Москва
rmb1928@mail.ru

THE ANALYSIS OF BCP IN THE SPACE EXPERIMENT PNEVMOKARD

Funtova I. I., Bayevsky R. M., Chernikova A. G., Luchitskaya E. S.

Institute of medicobiological problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Резюме. Среди космических экспериментов на Международной космической станции самой рекордной была продолжительность эксперимента «Пневмокард», который выполняли все Российские члены экипажей МКС в течение 5 лет и 3-х месяцев (2007-2012 гг). Исследования проведены у 25 космонавтов в ходе 19 экспедиций. Всего

проведено 226 исследований, из них 130 исследований – на борту МКС. Этот космический эксперимент отличается не только большим объемом исследований, но и началом нового этапа в изучении состояния здоровья членов космических экипажей на основе принципов донозологической диагностики.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, космос, функциональное состояние, сердечно-сосудистая система.

Summary. Among space experiments on the International space station itself was a record the duration of the experiment "Pneumocard" that met all the Russian members of ISS crews for 5 years and 3 months (2007-2012). The studies conducted in 25 astronauts during 19 expeditions. A total of 226 research, 130 research aboard the ISS. This space-sky experiment is not only a large amount of research, but the beginning of a new stage in the study of the health of the space crew on the principles of prenosological diagnosis.

Keywords: heart rate variability, space, functional status, cardiovascular system.

Введение. Впервые традиционный врачебный контроль в космосе был дополнен оценкой доврачебных признаков, сигнализирующих о динамике процессов дизадаптации, ведущих к развитию патологических отклонений. Постепенное накопление информации о диагностической ценности этих данных привело к разработке вероятностного подхода к прогнозированию функционального состояния космонавтов в длительных космических полетах (патент на изобретение №2448644 от 15.09.2010 № от от 15.09.2010).

Методика исследований. Методически этот эксперимент отличался от ранее проводимого на МКС эксперимента «Пульс»(2002-2007) в основном только по числу регистрируемых параметров. В дополнение к записи ЭКГ, дыхания и сфигмограммы регистрировались импедансная кардиограмма и сейсмокардиограмма. Как известно, импедансная кардиография (реокардиография) является достаточно распространенным и получившим клиническое применение методом для исследования центральной гемодинамики. Он позволяет измерять основные параметры, характеризующие уровень функционирования сердечно-сосудистой системы (ударный и минутный объемы кровообращения, общее периферическое кровообращение) Сейсмокардиография – это метод, разработанный в рамках космической кардиологии еще в 60-е годы (Р.М. Баевский, Л.А. Казарьян, 1962). Он использовался для изучения изменений сократительной функции сердца в первых космических полетах (В.В. Парин и соавт., 1967) и затем в течение длительного времени входил в состав системы оперативного медицинского контроля на транспортных кораблях «Союз».

Для оценки механизмов вегетативной регуляции кровообращения использовался метод анализа ВСР. При этом наряду с традиционной оценкой особенностей взаимодействия автономного и центрального контуров управления и в частности активности высших вегетативных центров большое внимание уделялось определению текущего функционального состояния организма по его фундаментальным показателям-степени напряжения регуляторных систем (СН) и их функциональному резерву (ФР). Для этого использовалась математическая модель функциональных состояний (Р.М. Баевский, А.Г. Черникова, 2002), что позволило оценивать риск развития патологии при использовании вероятностного подхода (А.Г. Черникова, 2010). Именно апробация математической модели функциональных состояний организма и вероятностного подхода к оценке риска развития патологических отклонений явились одной из важных задач космического эксперимента «Пневмокард».

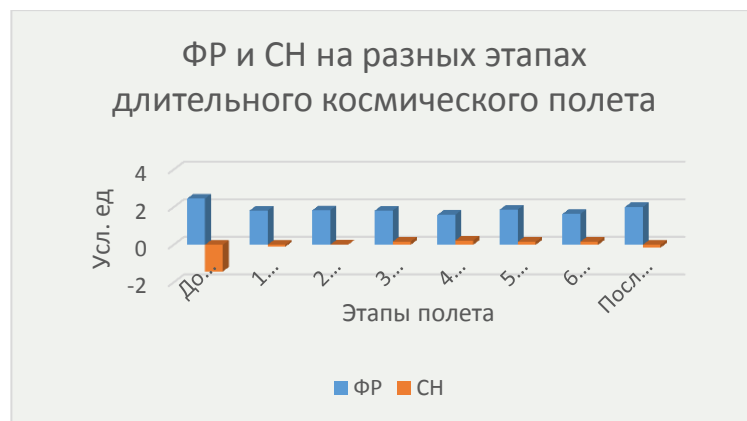


Рис.1. Динамика средних значение ФР и СН на разных этапах длительного космического полета

Результаты исследований. Текущее функциональное состояние при каждом исследовании определяется как точка с координатами СН и ФР, а изменения функционального состояния в ходе космического полета отображаются траекторией на фазовой плоскости. Фазовая плоскость позволяет определить значения ФР и СН на каждом этапе полета и проследить их динамику. Динамика средних значений ФР и СН представлена на рис. 1. Эти данные показывают, что значения ФР существенно не изменяются. Основные регуляторные изменения происходят за счет СН. значительный рост величины СН отмечается уже в первые два месяца полета. В последующие месяцы СН еще более возрастает, но после полета снижается не достигая, однако, предполетного уровня. Изменения ФР и СН существенно зависят от индивидуального типа вегетативной регуляции.

Используя математическую модель функциональных состояний и концепцию донозологической диагностики мы получаем возможность количественно-качественной оценки состояния здоровья космонавтов на разных этапах длительного космической полета. Существенно важен для космической медицины прогностический аспект донозологического подхода. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии является одной из ключевых задач при исследованиях людей, выполняющих свою работу или длительно живущих в стрессорных условиях (Р.М. Баевский, 1979, А.И. Григорьев, Р.М. Баевский, 2007). Как известно, прогнозирование-это оценка вероятности наступления того или иного события. На основе параметров СН и ФР с учетом индивидуального типа вегетативной регуляции рассчитываются вероятности функциональных состояний при каждом из исследований. Поскольку каждая точка в пространстве состояний имеет продолжение в будущем, можно вычислить это будущее, используя аппарат теории вероятностей. Оценка текущего функционального состояния дается по его наибольшей вероятности, но вместе с тем можно судить и о вероятности развития других функциональных состояний, в том числе патологии.

В условиях длительного действия стрессорных факторов космического полета идет постоянная активная работа регуляторных механизмов по сохранению гомеостаза основных жизненно важных систем организма. При этом наблюдается периодическое, волнообразное усиление процессов мобилизации функциональных резервов. Рост вероятности возникновения донозологического состояния является прогностически неблагоприятным фактором, который следует учитывать при медицинском контроле за здоровьем космонавтов. Донозологическое состояние при значительном снижении функциональных резервов и выраженном напряжении регуляторных систем переходит в преморбидное состояние, которое является признаком высокой вероятности развития патологического состояния в виде конкретного заболевания. Риск развития патологии

существенно возрастает, когда наряду с высокой вероятностью донозологического состояния вероятностный подход дает информацию о наличии и определенной вероятности и преморбидного состояния. Для практики наиболее существенно то, что расстройства нейрогуморального оптимума, проявляющиеся прежде в изменении показателей variability сердечного ритма, значительно опережают по времени метаболические и структурные нарушения в исполнительных органах (Р.М. Баевский, 1979). При уже имеющемся ухудшении регуляции, организм в состоянии ещё в течение некоторого времени поддерживать высокую работоспособность (на фоне нарастающего напряжения регуляторных систем), но затем может наступить срыв адаптации в виде различных нарушений, с развитием патологических отклонений в конкретных органах и системах. Вероятность возникновения срыва адаптации и соответственно риск развития патологических отклонений можно рассчитать, используя описанный вероятностный подход.

Мы ввели 10 условных категорий риска развития патологии (А.Г. Черникова, 2010). Чем выше категория риска, тем больше риск развития патологии. На рис. 2 дана условная схема определения риска развития патологии в космическом полете на основе расчета вероятности различных функциональных состояний.

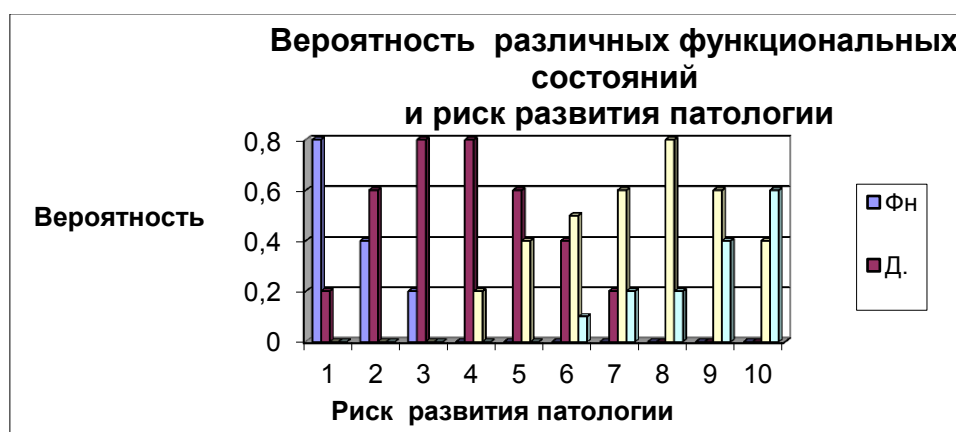


Рис. 2.

На основании анализа результатов многочисленных исследований было установлено, что 1-3 категории риска относятся к относительно безопасной зоне функциональных состояний, а 4-5 категории уже указывают на наличие неблагоприятных для здоровья условий, 6-7 категории риска требуют срочного принятия мер по оптимизации условий жизни и труда, а риски 8-й категории и выше указывают на необходимость немедленных мероприятий по снижению риска развития заболеваний. Поскольку риск развития патологии в длительном космическом полете связан с процессами адаптации организма к стрессорным условиям мы предложили использовать более адекватный термин «адаптационный риск» (Baevsky RM, Chernikova AG, Funtova II, Tank J., 2011). Применение этого термина подчеркивает принципиальное различие между прогнозированием риска развития патологии в клинической медицине и прикладной физиологии и прогнозированием риска возможных опасных нарушений функционального состояния в космической медицине.

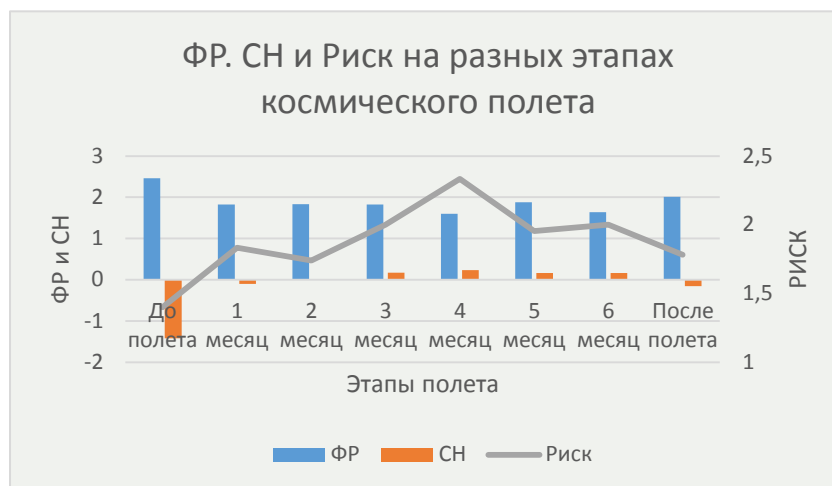


Рис 3. СН, ФР и адаптационный риск в длительном космическом полете

Поскольку исходными показателями для определения риска развития патологии являются СН и ФР, которые вычисляются по данным анализа ВСР, представляет интерес рассмотрение связи этих показателей с величиной риска. На рис.3 представлен график взаимозависимости этих показателей, построенный по среднеполетным данным. Как следует из этого графика средний риск развития патологии в ходе полета не превышал категории 2,5. Его максимум определяется на 4-м месяце полета и совпадает с минимальным значением ФР.

Закключение. Как показывают представленные выше материалы донозологической оценки функционального состояния членов экипажей МКС, адаптация организма к условиям длительного космического полета проходит на грани нормы и патологии в зоне донозологических состояний. Это сложный процесс постепенной перенастройки многоуровневой системы управления физиологическими функциями в соответствии с изменениями условий окружающей среды. Современная система медицинского контроля основана на изучении уровня функционирования (УФ) отдельных функциональных систем организма без учета процессов управления, активности регуляторных систем, их функционального резерва(ФР) и необходимой для достижения равновесия степени напряжения(СН) регуляторных механизмов. Донозологический подход предусматривает изучение зависимости между указанными параметрами с учетом роли каждого из них в обеспечении удовлетворительной адаптации к новым условиям. Многолетние исследования на МКС, в том числе в рамках эксперимента «Пневмокард», показали, что методы, используемые для оценки СН и ФР, адекватно отражают функциональное состояние членов экипажа на разных этапах длительного космического полета. Особенно ценным представляется прогностический аспект используемой методологии. Речь идет об оценке адаптационного риска, как практически важного показателя для решения задач медицинского контроля.

**РИТМ СЕРДЦА И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ В ОЦЕНКЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ИНТРАНАЗАЛЬНОЙ
ВЕНТИЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА**

Ходакова Е.В.

ФГБУ «Клиническая больница №1 (Волынская)» Управления делами Президента Российской Федерации, город Москва

Elena.89@mail.ru

**RHYTHM OF HEART AND VEGETATIVE REGULATION IN ASSESSMENT OF
EFFEKTIVNOSTI VSPOMOGATELNY INTRANASAL VENTILATION AT
PATIENTS CORONARY HEART DISEASE**

Hodakova E. V.

Federal State Budgetary Institution Klinicheskaya bolnitsa № 1 (Volynskaya) of Presidential Property Management Department of the Russian Federation, city of Moscow

Резюме. В статье представлены результаты исследования, проведенного у 57 пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца, с подтвержденным коронарографией во всех случаях диагнозом. Все пациенты получали традиционную консервативную терапию, исключавшую прием бета-адреноблокаторов за неделю до проведения исследования. Из 57 пациентов, включенных в исследование, у 22 пациентов имелся синдром обструктивного апноэ сна. Исследование проводилось аппаратно-программным комплексом «Варикард» - анализ вариабельности сердечного ритма. Формировалось заключение о степени напряжения регуляторных систем. Наличие и степень тяжести синдрома обструктивного апноэ сна наряду с клиническим осмотром и данными опроса оценивалась с помощью пульсоксиметрии. В исследовании получены достоверные данные по увеличению RMSSD и SDNN, указывающих на активизацию парасимпатической нервной системы, и уменьшение стресс индекса (SI), связанного с симпатической нервной системой, после проведенного курса вспомогательной интраназальной вентиляции легких.

Ключевые слова: ритм сердца, вегетативная регуляция, ишемическая болезнь сердца, вентиляция.

Summary. The article presents the results of a study conducted in 57 patients suffering from ischemic heart disease, with coronary angiography confirmed the diagnosis in all cases. All patients received conventional conservative therapy excludes beta-blockers for the week prior to the survey. Of the 57 patients included in the study, 22 patients had obstructive sleep apnea syndrome. The study was carried out hardware and software "Varikard" complex - the analysis of heart rate variability. Form a conclusion about the degree of tension of regulatory systems. The presence and severity of obstructive sleep apnea in addition to clinical examination and survey data was assessed using pulse oximetry. The study obtained reliable data on the increase of SDNN and RMSSD, indicating activation of the parasympathetic nervous system, and reducing stress index (SI), associated with the sympathetic nervous system, after the course of intranasal auxiliary ventilation.

Keywords: the rhythm of the heart, autonomic regulation, ishemicheskoi heart disease, ventilation.

Введение. При ишемической болезни сердца (ИБС), осложненной СОАС происходит хроническая симпатическая активация, приводящая к модификации адренергических систем организма. Это связано с общностью патогенетических механизмов развития СОАС и заболеваний сердечно-сосудистой системы [6,9]. В экспериментах было

показано, что повышенная концентрация катехоламинов в крови ведет к гипосенсибилизации β -адренергических рецепторов. СОАС является распространенной патологией – у лиц старше 60 лет встречается 30% у мужчин и 20 % у женщин [7]. Выраженные функциональные расстройства неизбежно ведут к органическим изменениям сердечно-сосудистой системы. Следует отметить, что в сердцах внезапно умерших людей с ИБС, страдающих СОАС, обнаруживается мозаичное и очаговое поражение адренергических нервных сплетений и очаги десимпатизации миокарда [8].

Цель исследования: оценка эффективности вспомогательной интраназальной вентиляции легких у пациентов с ишемической болезнью сердца, с СОАС и без него.

Таблица 1

Эффективность СРАР терапии у больных ИБС с синдромом СОАС

Признаки	ИБС с СОАС (n= 22)	
	ДО СРАР	ПОСЛЕ СРАР
Стенокардия напряжения 2-3 ФК	21 (95%)	12 (54%)*
Храп	22 (100%)	0*
Утренняя головная боль	11 (50%)	2 (9%)*
Частые ночные пробуждения	20 (81%)	7 (31%)*
Дневная сонливость	18 (81%)	3 (14%)*
Среднее значение индекса апноэ-гипопноэ (ИАГ)	33,9 ± 4,3	15,3 ± 2,3*
Число сердечных сокращений	64,7 ± 11,7	65,3 ± 8,1
SDNN ms	68,2 ± 70	86,8 ± 79
RMSD ms	84,2 ± 29,5	103,1 ± 30,5*
Si y.e.	389,5 ± 160,1	186,9 ± 86,7*
HF ms ²	5083,7 ± 1122,4	8171,2 ± 1170,3*
LF ms ²	1922,5 ± 1232,3	3556,8 ± 1379,6
VLF ms ²	811,4 ± 110,5	1455,5 ± 150,2*
ПАРС y.e.	6 ± 2	4 ± 1,5*

*Достоверные изменения ($p \leq 0,05$). Числовые значения ($n \pm$ сигма)

Материал и методы исследования. Исследование выполнено у 57 пациентов с ИБС. Из них: 35 человек без синдрома СОАС - первая подгруппа. Больные с ИБС и СОАС разной степени тяжести, требующей коррекции с помощью интраназальной вентиляции составили вторую подгруппу исследуемых – 22 человека. Диагноз ишемической болезни сердца во всех случаях был подтвержден коронарографией. В исследование не включались пациенты перенесшие инфаркт миокарда и страдающие фибрилляцией предсердий. Число пораженных артерий составило более 2-х, а степень стеноза магистральных артерий была гемодинамически значимой у всех пациентов (более 50%). Основным клиническим проявлением ишемической болезни сердца была стено-

кардия напряжения 2-3 функционального класса, выявленная у 93% больных. Отметим, что стенокардия имела одинаковую частоту в анализируемых подгруппах. Все пациенты получали традиционную консервативную терапию, исключавшую прием бета-адреноблокаторов за неделю до исследования. Степень выраженности ночного апноэ определялась с использованием индекса апноэ-гипопноэ. Отметим, что среднее значение индекса у пациентов первой подгруппы составило 12,9 ед., второй подгруппы – 33,9 ед. Мы анализировали семь наиболее информативных показателей вариабельности сердечного ритма [2, 5]. Исследование производилось аппаратно-программным комплексом «Варикард» [3].

Нами исследованы следующие показатели: среднее квадратичное отклонение (SDNN). Значение его выражается в миллисекундах. Нормальные значения (SDNN) находятся в пределах 40-80 мс. Рост или уменьшение (SDNN) может быть связаны как с автономным контуром регуляции, так и с центральным (как с симпатическими, так и с парасимпатическими влияниями на ритм сердца). Как правило, рост (SDNN) указывает на усиление автономной регуляции, что чаще всего наблюдается во сне. RMSSD является показателем активности парасимпатического звена вегетативной регуляции.

Его вычисление происходит по динамическому ряду разностей значений последовательных пар кардиоинтервалов и не содержит медленноволновых составляющих сердечного ритма. Отражает активность автономного контура регуляции. Чем выше значение RMSSD, тем активнее звено парасимпатической регуляции (20-50 мс - нормативные значения).

Индекс напряжения регуляторных систем – стресс индекс (SI) характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции. Вычисляется на основании анализа графика распределения кардиоинтервалов — вариационной пульсограммы. Количественно это может быть выражено отношением высоты гистограммы к ее ширине. Этот показатель чрезвычайно чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы. Величина SI у взрослых в норме колеблется в пределах от 50 до 150 условных единиц [4].

При эмоциональном стрессе и физической работе у здоровых людей значения SI увеличиваются до 300-500 единиц, а у людей старшего возраста со сниженными резервами такие значения наблюдаются даже в покое. При наличии стенокардии SI достигает 600-700 единиц, а в предынфарктном состоянии даже 900-1100 единиц.

Показатели спектрального анализа. Мощность высокочастотной составляющей спектра (дыхательные волны, HF) характеризует активность парасимпатического звена вегетативной нервной системы, активность автономного контура регуляции, за который ответственен парасимпатический отдел.

Мощность дыхательных волн выражается в абсолютных значениях (в миллисекундах²), или в виде относительной величины (в % от суммарной мощности спектра).

Мощность низкочастотной составляющей спектра (медленные волны 1-го порядка, или вазомоторные волны, LF) характеризует преимущественно состояние симпатического центра регуляции сосудистого тонуса.

Мощность медленных волн 1-го порядка определяет активность вазомоторного центра.

Мощность спектра «очень» низкочастотной составляющей (медленные волны 2-го порядка, VLF) обусловлена влиянием на ритм сердца надсегментарного уровня регуляции, поскольку амплитуда этих волн тесно связана с психоэмоциональным напряжением и функциональным состоянием коры. VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, что отражает состояние нейрогуморального и метаболического уровней регуляции. VLF может использоваться

как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипофизарно-гипоталамическим и корковым уровнем.

Комплексный анализ variability сердечного ритма по определённому набору показателей позволяет сделать заключение о степени напряжения регуляторных систем (показатель активности регуляторных систем - ПАРС).

Лечение синдрома обструктивного апноэ проводилось с помощью вспомогательной интраназальной вентиляции легких, курс лечения в среднем составлял 10 дней.

Результаты и обсуждение. После курса вспомогательной интраназальной вентиляции легких у группы пациентов с СОАС отмечено значительное улучшение клинических проявлений (таблица): уменьшение количества утренних головных болей, ночных пробуждений, уменьшение среднего артериального давления с 160/100 мм рт.ст на 10-15 мм рт.ст, а также уменьшение среднего индекса апноэ-гипопноэ вдвое. Нами получены достоверные данные по увеличению RMSSD, SDNN (рис.1, рис 2) и уменьшение SI(рис.3), стресс индекса.

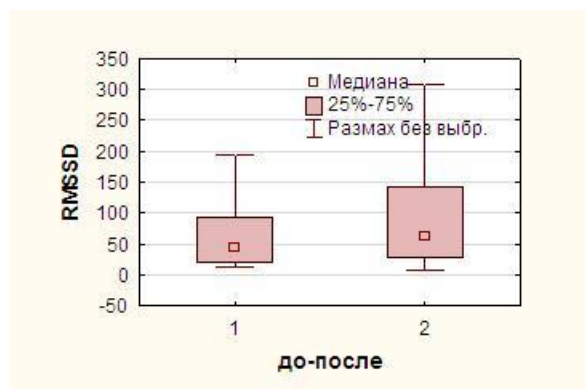


Рис. 1.

Увеличение активности парасимпатической нервной системы после курса ВИБЛ-терапии демонстрируют следующие показатели: SDNN с $68,2 \pm 70$ увеличилось до $86,8 \pm 79$, а RMSSD с $84,2 \pm 29,5$ до $103,1 \pm 30,56$.

Активность симпатического звена вегетативной нервной системы отражает SI - стресс индекс. Этот показатель у больных ИБС и СОАС в 2 раза выше, чем у здоровых людей и составляет $389 \pm 160,1$; после ВИБЛ-терапии он снизился до $186,9 \pm 86,7$.

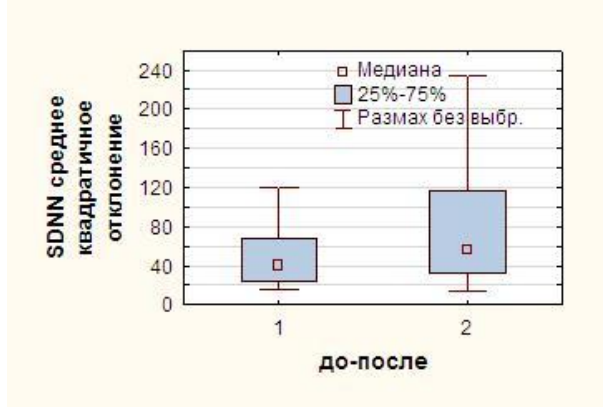


Рис. 2.

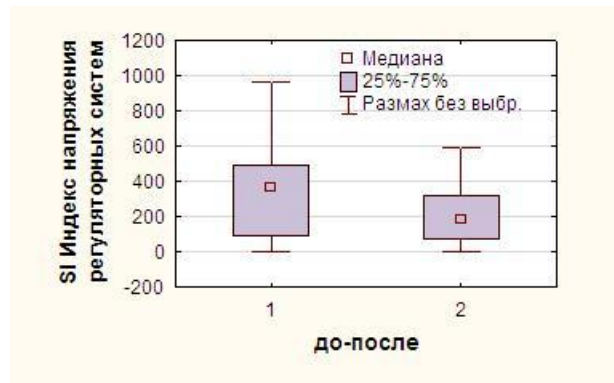


Рис. 3

Описанные изменения не сопровождались достоверными изменениями частоты сердечных сокращений, свойственных симпатикотонии – тахикардии и брадикардии при изменении тонуса парасимпатической нервной системы.

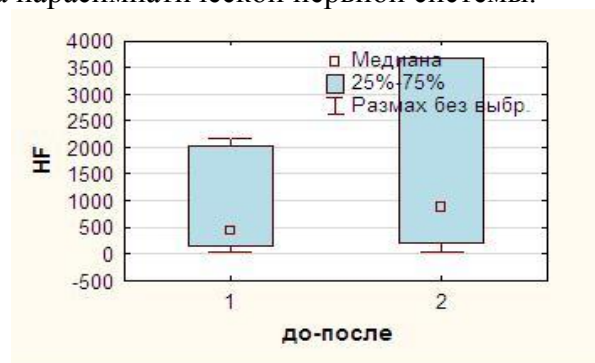


Рис. 4.

Из частотных характеристик наибольшие изменения после курса ВИВЛ терапии получены для HF(рис.4) – высокочастотная составляющая – дыхательные волны. В нашем исследовании выявлено достоверно их увеличение с $5083,7 \pm 1122,4$ до $8171,2 \pm 1170,3 \text{ мс}^2$, что свидетельствует об активизации дыхательного центра. Повышение оксигенации крови при дыхании при повышенном давлении вдыхаемого воздуха является основным механизмом ВИВЛ-терапии и отражается в уменьшении индекса апноэ-гипопноэ вдвое.

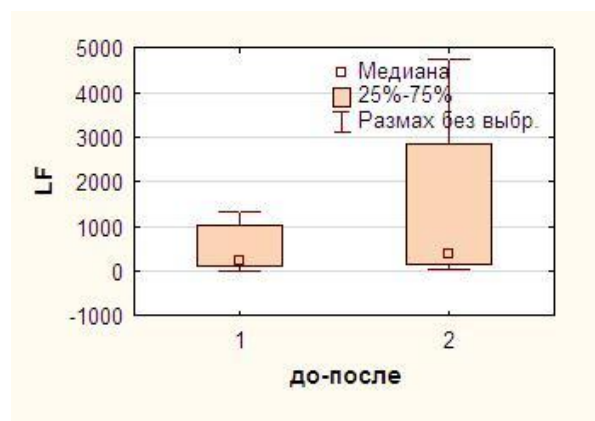


Рис. 5.

LF(рис.5) – медленные волны 1-го порядка – вазомоторные волны. Характеризуют высшие корковые центры и активность вазомоторного центра. Показатели также увеличились с $1922,5 \pm 1232,3$ до $3556,8 \pm 1379,6 \text{ мс}^2$.

Влияние высших вегетативных центров характеризуют VLF(рис.6) – медленные волны 2-го порядка, это медленные волны 2-го порядка, которые зависят от нейрогуморального уровня регуляции. Показатель также достоверно увеличился с $811,4 \pm 110,5$ до $1455,5 \pm 150,2 \text{ мс}^2$.

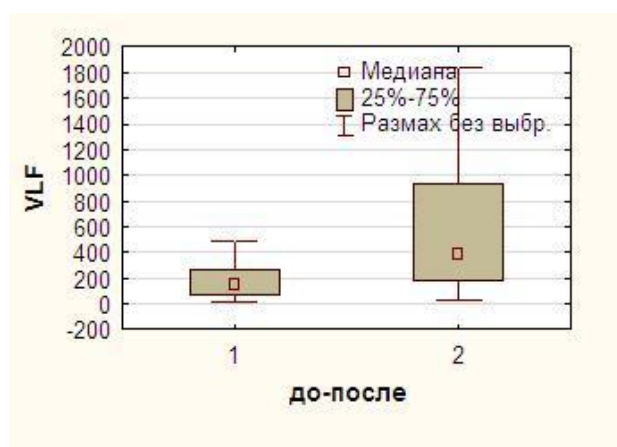


Рис. 6.

Эти результаты указывают на связь частотных характеристик сердечного ритма с высшими вегетативными центрами головного мозга. Известная в физиологии константа - на одно дыхание 4 – 5 сердечных сокращений, реализуется через регуляторные механизмы и может быть скорректирована воздействием ВИБЛ терапии.

Выводы. Применение методов исследования ВСП является адекватным методом оценки выраженности СОАС. Выявленная гиперсимпатикотония и дисбаланс симпатической и парасимпатической нервной системы изменяются после ВИБЛ-терапии. Исследование частотной характеристики ритма сердца указывает на заторможенность высших регуляторных центров, активация которых возникает после проведенного курса СРАР-терапии.

Таким образом, у больных ишемической болезнью сердца, страдающих синдромом обструктивного апноэ исследование вариабельности сердечного ритма позволяет оценить состояние регуляторных механизмов воздействия на ритм сердца и механизмов воздействия вспомогательной интраназальной вентиляции легких на уровни регуляции сердечно-сосудистой системы.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. — М.: Медицина, 1979.
2. Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения физиологической интерпретации и клинического использования. Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Северо – Американского общества стимуляции и электрофизиологии (Рекомендации) // Вестник аритмологии. 1999. - №11. - С.53-78
3. Семенов Ю.Н., Баевский Р.М. Аппаратно-программный комплекс "Варикард" для оценки функционального состояния организма по результатам математического анализа ритма сердца. Вариабельность сердечного ритма. - Ижевск, 1996. С. 160-162.
4. Снежицкий В.А. Методологические аспекты анализа вариабельности сердечного ритма в клинической практике. // Медицинские новости. — 2004. — №9. — С. 37-43.
5. Яблчанский Н.И., Мартыненко А.В. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. Для настоящих врачей. Харьков, 2010, 131с.
6. Gami A.S. et al. Day-night pattern of sudden death in obstructive sleep apnea // N. Engl. J. Med. 2005. Т. 352. № 12. С. 1206–1214.

7. Lindberg, E. Epidemiology of OSA. Eur Respir Mon, 2010, 50 - pp. 51-68.)
8. Muntz K.H., Zhao M., Miller J.C. Downregulation of myocardial b-adrenergic receptors: Receptor subtype selectivity. // Circ. Res. - 1994. - Vol. 74. - P. 360-375.
9. Parish J.M., Somers V.K. Obstructive sleep apnea and cardiovascular disease // Mayo Clin. Proc. 2004. T. 79. № 8. С. 1036–1046.

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА В
ПРОЦЕССЕ КУРСА НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ,
ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ
ВЫПОЛНЯЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ**

Черапкина Л.П.

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск
kochelab@mail.ru

**THE DYNAMICS OF HEART RATE VARIABILITY AT SPORTSMEN OF
DIFFERENT TYPES OF SPORT (ACCORDING TO CINEMATIC
CHARACTERISTIC OF EXERCISES), IN THE NEUROFEEDBACK'S COURSE**

Cherapkina L.P.

Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk

Резюме. В статье представлены данные об особенностях динамики показателей вариабельности ритма сердца у спортсменов, отличающихся кинематической характеристикой выполняемых движений, в процессе курса нейробиоуправления, направленного на повышение мощности ЭЭГ в альфа-диапазоне.

Ключевые слова: нейробиоуправление, биоэлектрическая активность головного мозга, спортсмены, вариабельность ритма сердца.

Abstract. The paper presents data about the features of heart rate variability dynamics at sportsmen of different sport (according to cinematic characteristic of exercises), in the course neurofeedback aimed at raising EEG power in the alpha-range.

Key words: neurofeedback, bioelectrical activity of brain, sportsmen, heart rate variability.

Введение. Нейродинамические перестройки в процессе нейробиоуправления приводят к возникновению нейронных конструкций в центральных структурах, обеспечивающих оптимальные варианты функционирования организма [7], однако вопрос о том, каким образом процесс нейробиоуправления отражается на показателях вариабельности ритма сердца у спортсменов, выполняющих разные по кинематической характеристике движения, учитывая, что направленность тренировочного процесса выступает главным и определяющим фактором в организации функции аппарата кровообращения [3], остается практически не изученным. **Методы.** В исследовании приняли участие 83 спортсмена, которые в зависимости от характера выполняемых движений были разделены на 3 группы. Первую группу составили спортсмены, занимающиеся ациклическими нестандартно-переменными видами спорта (n=26), вторую - занимающиеся ациклическими стандартно-переменными видами спорта (n=35), третью – занимающиеся циклическими видами спорта (n=22). Все обследуемые давали письменное согласие на участие в исследовании.

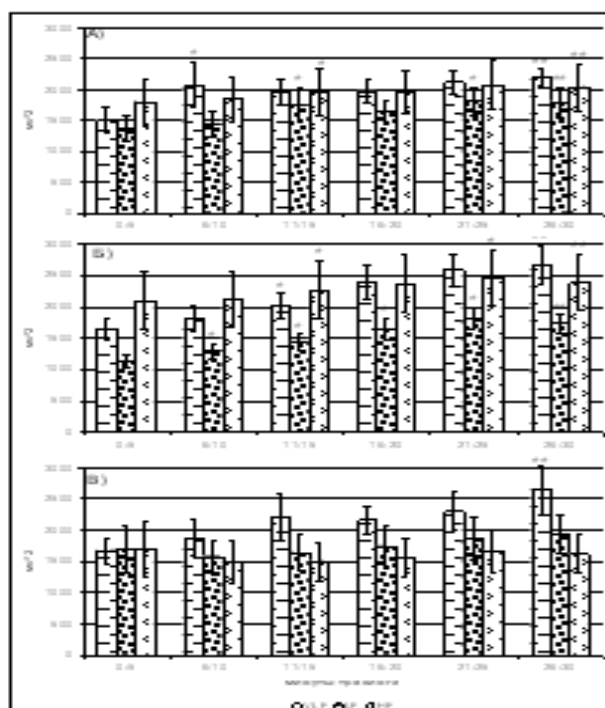


Рис. 1. Изменение показателей спектральной мощности сердечного ритма в течение сеансов тренинга (усредненные данные) у спортсменов: А) ациклических нестандартно-переменных видов спорта; Б) ациклических стандартно-переменных видов спорта; В) циклических видов спорта.

Примечание: * - статистически значимая разница по сравнению с данными предыдущего временного интервала тренинга, при $P < 0,05$; ** - статистически значимая разница между первыми и последними 5-минутными временными интервалами тренинга, при $P < 0,05$.

Курс нейробиоуправления, направленный на повышение мощности ЭЭГ в альфа-диапазоне, проводился по методике О.В. Погадаевой [4] с помощью программно-аппаратного комплекса «Бослаб-альфа». Для записи биопотенциалов мозга использовалось биполярное отведение. Electrodes располагались согласно международной системы «10 – 20» (отведения F1, P3). Сеансы тренинга проводились ежедневно в течение 15-ти дней. Во время сеансов нейробиоуправления у каждого спортсмена с помощью электрокардиографического комплекса «Поли-Спектр» записывалась ЭКГ во втором стандартном отведении. При обработке данных 30-минутная запись ЭКГ каждого сеанса делилась на 5-минутные отрезки. Оценка показателей вариабельности ритма сердца (BPC) 5-минутных отрезков ЭКГ осуществлялась с помощью метода вариационной пульсометрии и спектрального (частотного) анализа.

Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью программного продукта SPSS 13.0. Описательный анализ данных включал в себя при нормальном распределении данных определение среднего арифметического значения (M), ошибки средней (m), при не нормально распределенных количественных данных - медиану (Me), интерквартильный размах в виде 25% и 75% перцентилей. В зависимости от характера распределения переменных использовались параметрические и непараметрические методы математической статистики.

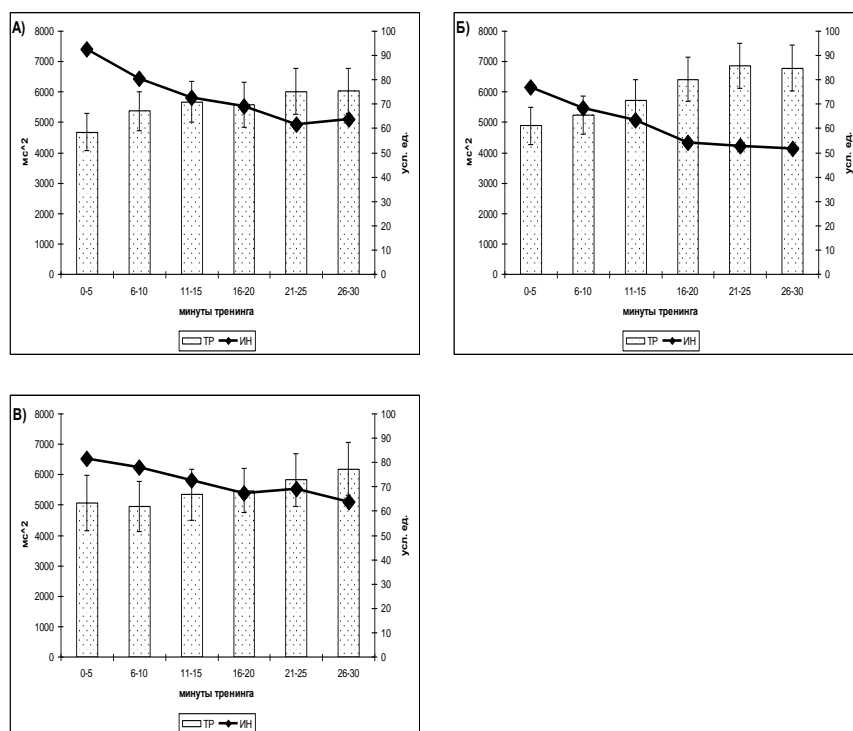


Рис. 2. Изменение показателей общей спектральной мощности сердечного ритма (ТР, ms^2) и индекса напряжения (ИН, усл. ед.) в течение сеансов тренинга (усредненные данные) у спортсменов: А) ациклических нестандартно-переменных видов спорта; Б) ациклических стандартно-переменных видов спорта; В) циклических видов спорта.

Результаты исследования. Оценка изменений показателей спектральной мощности ритма сердца (рис. 1) позволила выявить увеличение в ходе тренинга мощности всех трех компонентов спектра у спортсменов ациклических видов спорта. При этом, у спортсменов ациклических нестандартно-переменных видов спорта увеличение спектральной мощности начиналось с VLF-волн, а в группе спортсменов ациклических стандартно-переменных видов спорта с LF-волн. В группе спортсменов циклических видов спорта статистически значимо к концу тренинга увеличилась только мощность VLF-волн. Во всех группах в течение тренинга происходило увеличение общей спектральной мощности и снижение индекса напряжения (рис. 2). Наиболее выраженные изменения данных показателей наблюдались у спортсменов ациклических видов спорта. Однако межгрупповых статистически значимых различий выявлено не было.

Согласно современным представлениям общая мощность спектра ВРС отражает суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм, при этом, увеличение симпатических влияний приводит к уменьшению общей мощности спектра, а активизация вагуса – к обратному действию. В свою очередь, индекс напряжения, характеризующий состояние центрального контура регуляции, является очень чувствительным к усилению тонуса симпатической нервной системы, а его повышение указывает на недостаточность адаптационных возможностей организма.

Изучение изменений интегральных показателей variability ритма сердца показало, что в течение тренинга у спортсменов нестандартно-переменных видов спорта увеличивался индекс централизации и уменьшалась активность подкорковых центров (табл.). У спортсменов стандартно-переменных видов спорта наблюдалось лишь кратковременное увеличение вагосимпатического взаимодействия, которое к концу тре-

нинга не сохранилось. У спортсменов циклических видов спорта в течение нейробиоуправления происходило увеличение индекса централизации, в то время как индексы активности подкорковых центров и вагосимпатического взаимодействия изменялись незначительно.

Таблица

Изменение интегральных показателей variability ритма сердца у спортсменов разной специализации в течение сеансов тренинга (усредненные данные) ($Me (Q1-Q3)$; $M \pm m$)

Временные интервалы тренингов	Показатели variability ритма сердца (усл. ед.)		
	LH/HF	IC	SNCA
спортсмены ациклических нестандартно-переменных видов спорта (n=26)			
0-5 мин	1,07 (0,61; 2,28)	1,57 (1,04; 3,45)	0,89 (0,57; 1,22)
6-10 мин	1,08 (0,70; 2,10)	2,18 (1,21; 3,68)*	0,86 (0,46; 0,98)*
11-15 мин	1,08 (0,73; 1,84)	2,47 (1,22; 3,44)	0,82 (0,62; 0,93)
16-20 мин	1,14 (0,68; 2,25)	2,29 (1,37; 3,80)	0,81 (0,59; 1,01)
21-25 мин	1,27 (0,78; 2,14)*	2,43 (1,45; 4,20)*	0,85 (0,56; 1,01)
26-30 мин	1,18 (0,77; 2,16)	2,41 (1,94; 3,51)^	0,77 (0,51; 1,04)^
спортсмены ациклических стандартно-переменных видов спорта (n=35)			
0-5 мин	0,86 (0,60; 1,60)	2,13 (1,05; 3,13)	0,73 (0,53; 0,89)
6-10 мин	0,98 (0,45; 1,72)	2,15 (1,08; 4,01)	0,71 (0,54; 0,99)
11-15 мин	1,12 (0,59; 1,60)	2,17 (1,43; 3,79)	0,79 (0,52; 0,97)
16-20 мин	1,09 (0,60; 1,85)	2,76 \pm 0,30	0,78 \pm 0,05
21-25 мин	1,13 (0,57; 1,85)	2,57 (1,21; 4,20)	0,72 (0,54; 1,07)
26-30 мин	1,13 (0,53; 1,69)*	2,36 (1,36; 4,09)	0,75 \pm 0,05
спортсмены циклических видов спорта (n=22)			
0-5 мин	1,64 \pm 0,22	2,93 \pm 0,36	0,78 (0,64; 1,01)
6-10 мин	1,68 \pm 0,20	3,28 \pm 0,41*	0,73 (0,63; 1,03)
11-15 мин	1,64 \pm 0,20	3,75 \pm 0,53*	0,73 (0,58; 1,01)
16-20 мин	1,68 \pm 0,20	3,69 \pm 0,51	0,70 (0,49; 0,86)
21-25 мин	1,73 \pm 0,20	3,72 \pm 0,50	0,82 \pm 0,08
26-30 мин	1,72 \pm 0,20	3,94 \pm 0,50^	0,68 (0,51; 0,85)

Примечание: * - статистически значимая разница по сравнению с данными предыдущего временного интервала тренинга, при $P \leq 0,05$; ^ - статистически значимая разница между первыми и последними 5-минутными временными интервалами тренинга, при $P \leq 0,05$

Обсуждение. Исследования последних лет показали, что разная направленность тренировочного процесса определенным образом влияет на волновую структуру сердечного ритма[2, 6], что не может не отражаться на динамике показателей variability ритма сердца в процессе курса нейробиоуправления. Проведенное исследование показало, что в течение тренинга во всех группах происходило увеличение общей спектральной мощности и снижение индекса напряжения, но рост мощности всех компонентов спектра ВРС наблюдался только в группах ациклических видов спорта и сопровождался у спортсменов нестандартно-переменных видов спорта увеличением индекса централизации и уменьшением активности подкорковых центров, у спортсменов стандартно-переменных видов спорта - кратковременным увеличением вагосимпатического взаимодействия. При этом, у спортсменов нестандартно-переменных видов спорта увеличение спектральной мощности начиналось с VLF-волн, а в группе спортсменов стан-

дартно-переменных видов спорта с LF-волн. В группе спортсменов циклических видов спорта статистически значимо к концу тренинга увеличилась абсолютная мощность VLF-волн, повысился индекс централизации. По мнению Р.М. Баевского, существенный рост VLF-компонента спектра вариабельности сердечного ритма указывает на новый этап адаптационного процесса, на более активное включение высших вегетативных центров в механизм адаптации. При этом по данным А.Н. Флейшмана, высокий по сравнению с нормой уровень VLF волн может свидетельствовать о гипердаптивном состоянии.

Вывод. Резюмируя выше изложенное можно сделать вывод о том, что достижение состояния оптимального функционирования в процессе нейробиоуправления, направленного на повышение мощности ЭЭГ в альфа-диапазоне, у спортсменов, отличающихся характером выполняемых движений, происходит при разном взаимодействии сегментарных и надсегментарных центров вегетативной регуляции сердечного ритма.

Список литературы.

1. Баевский, Р.М. Теоретические и прикладные аспекты оценки и прогнозирования функционального состояния организма при действии факторов длительного космического полета / Р.М.Баевский // Актовая речь на заседании ученого совета ГНЦ РФ — ИМБП РАН.— Москва, 20 октября 2005.— 20 с.
2. Кудря, О.Н. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности / О.Н. Кудря, Л.Е. Белова, Л.В. Капилевич // Вестник ТГУ. — 2012. — №3(356). — С. 162–166.
3. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. - М.: Медицина, 1988. - 256 с.
4. Погадаева, О.В. Предикторы эффективности использования альфа-стимулирующего тренинга в спортивной тренировке / О.В. Погадаева. — Автореф. дисс., канд. биол. наук. — Томск, 2001. — 19 с.
5. Флейшман, А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике /А.Н.Флейшман. - Новосибирск, 1999. - 264 с.
6. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей , подростков и спортсменов: монография – Ижевск: Изд-во Удмуртский университет, 2009. – 255 с.
7. Штарк, М.Б. Предисловие // М.Б. Штарк, О. А. Джафарова / Биоуправление новые возможности: материалы науч.-практ. конференции (Новосибирск, 5-6 ноября 2008 г.).– Новосибирск, 2008. – С. 1-2.

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ФЕНОМЕНА И СИНДРОМА ВОЛЬФА – ПАРКИНСОНА – УАЙТА У СПОРТСМЕНОВ

Шаройко М.В., Ардашев В.Н., Турова Е.А.

ГАУЗ Московский научн-практический центр
медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ
Клиническая больница №1 УД Президента РФ
marina.scharoiko@yandex.ru

DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF THE PHENOMENON AND WOLF'S SYNDROME – PARKINSON – WHYTE AT ATHLETES

Sharoyko M. V., Ardashev V. N., Turov E. A.

GAUZ Moscow scientific practical center of medical aftertreatment,
recovery and sports medicine of DZM
Hospital No. 1 of General Management Department of the President
of the Russian Federation

Резюме. В данной статье показана эффективность радиочастотной абляции у физически неактивных лиц и спортсменов с феноменом и синдромом Вольфа – Паркинсона – Уайта. Представлены данные вариабельности ритма сердца до операции, через 24 часа, 2 мес., 6 мес. и 1 год после хирургического лечения. Через 12 месяцев после операции показатели вариабельности ритма сердца приближались к значениям здоровых лиц. На основании данных вариабельности ритма сердца были выделены периоды послеоперационного восстановления: ранний период - через 24 часа после РЧА – достоверная активация симпатической нервной системы и угнетение парасимпатической; поздний – от 2 до 6 месяцев – постепенное улучшение в регуляции сердечного ритма и период «отсроченного» восстановления – от 6 месяцев до 1 года после операции.

Ключевые слова: феномен и синдром WPW, радиочастотная абляция, периоды восстановления

Abstract. This article shows the effectiveness of radiofrequency ablation in patients with Wolff - Parkinson - White. The data of heart rate variability before surgery, 24 hours, 2 months, 6 months and 1 year after surgery. Heart rate variability after surgery in 12 months were comparable with the values of healthy individuals. Postoperative recovery periods have been selected based on the data rate variability: the early period - 24 hours after RFA - reliable activation of the sympathetic nervous system and parasympathetic inhibition; late - from 2 to 6 months - a gradual improvement in the regulation of heart rate and the period of "deferred" recovery - from 6 months to 1 year after surgery.

Keywords: the phenomenon and syndrome of WPW, radio frequency ablation, periods of recovery.

Введение. Добавочные атриовентрикулярные соединения при феномене и синдроме Вольфа – Паркинсона – Уайта являются результатом неполной регрессии мышечных волокон на этапе формирования фиброзных колец митрального и трикуспидального клапанов сердца, в результате чего между предсердиями и желудочками сохраняются соединения, похожие по структуре на рабочий миокард[9]. Существует большая распространенность WPW у новорожденных и грудных детей по сравнению со взрослыми, предполагая, что вспомогательные пути могут представлять собой эмбриологические остатки[5,6].

В литературе описываются различные данные встречаемости феномена и синдрома WPW. Согласно данным работ 1950-1990 – х гг. распространенность синдрома WPW составляет 0,04-0,41 % в общей популяции[2]. Однако, согласно данным совре-

менных исследований, распространенность предвозбуждения у детей и взрослых гораздо выше и составляет от 1 до 4,2 на 1000 человек. У спортсменов же по данным различных авторов, частота синдрома WPW колеблется от 0,08 до 4,5 случаев.

Основными симптомами при WPW синдроме являются учащенное сердцебиение, предобморочное или обморочное состояние, которое возникает по причине желудочковой тахикардии. Внезапная сердечная смерть (ВСС) может быть первым и основным проявлением данного синдрома и происходит наиболее часто у тренирующихся спортсменов. Частота ВСС у спортсменов с синдромом WPW составляет как минимум 1% [7;8]. Однако этот процент может быть гораздо большим в связи с трудностями в постановке диагноза посмертно.

Клиническая оценка синдрома WPW у спортсменов вызывает большие трудности. Дело в том, что имеющиеся по этому вопросу немногочисленные литературные данные противоречивы. Фибрилляция предсердий (ФП) у пациентов с WPW синдромом встречается чаще (до 30%), чем у лиц в общей популяции [1;3]. Некоторые авторы рассматривали WPW синдром как вариант нормы и полагают, что наличие этого синдрома не указывает на заболевание сердца [4].

Материалы и методы исследования: Под нашим наблюдением находились 76 пациентов. Первую группу составили 20 здоровых лиц: их средний возраст составил $29,28 \pm 6,09$ лет, мужчины – 10 человек (50%), женщины – 10 человек (50%). Во вторую группу вошли 18 пациентов феноменом со средним возрастом $28,17 \pm 4,30$ лет, мужчин – 12 (66,67%), женщин – 6 человек (33,33%). Соотношение мужчин и женщин составило 2:1. Все пациенты с феноменом - молодые высококвалифицированные атлеты различных спортивных дисциплин, имеющие уровень спортивного мастерства от второго взрослого разряда до мастеров спорта. Согласно данным европейских рекомендаций, спортсмены с WPW феноменом и синдромом не могут принимать участие в соревнованиях. В третью группу мы включили 38 больных с WPW синдромом. Средний возраст больных с синдромом WPW был $32,70 \pm 15,48$ лет. Мужчины – 28 человек (81%), женщин – 10 (19%). Соотношение мужчин и женщин – 2,8:1. Все пациенты с WPW синдромом и 3 исследуемых с WPW феноменом были успешно прооперированы на базе 83 больницы ФМБА в отделении «кардиохирургии аритмий». Им была выполнена радиочастотная абляция дополнительных путей проведения. Операция была эффективна у всех пациентов. Для оценки эффективности использованы: клинический опросник, оценка ЭКГ, ЭхоЭКГ, вариабельности сердечного ритма (ВСР), частотная характеристика и нелинейная динамика. Для верификации нарушений ритма сердца применялись данные Холтеровского мониторирования, которое выполнялось всем исследуемым. РЧА полностью купировала нарушения ритма сердца. При суточном мониторировании ЭКГ не зарегистрировано нарушения ритма сердца. Для оценки временных и спектральных характеристик ВСР, показателей нелинейной динамики (фрактальная и корреляционная размерности, показатель Ляпунова, энтропия) с помощью аппаратно – программного комплекса у всех исследуемых регистрировались 15-минутные записи R-R интервалов за сутки перед РЧА, через 6 часов, 24 часа, 2 месяца, 6 месяцев и 1 год после РЧА.

Результаты: Как известно, основными признаками WPW феномена и синдрома на ЭКГ являются: укорочение интервала PQ (как правило до 0,08-0,11 с.); расширение комплекса QRS (до 0,12-0,15 с.), при этом он имеет большую амплитуду, а по форме похож на QRS при блокаде ножки пучка Гиса.; наличие дельта волны; изменение сегмента ST и зубца Т.

По данным ЭКГ, длительность волны Р у лиц 1 группы составила $112,1 \pm 12,4$ мс., у больных 2-й группы $92,8 \pm 11,9$ мс. ($P 1,3 = 0,000001$). Продолжительность интервала PQ у здоровых лиц равнялась $145,9 \pm 18,99$ (114,0-180) мс, у пациентов с WPW синдро-

мом $114,8 \pm 22,1$ мс. ($P_{1,3} = 0,000001$). Укороченный интервал PQ свидетельствует о наличии предсердно – желудочкового асинхронизма у пациентов с WPW феноменом и синдромом. Ширина комплекса QRS у здоровых лиц составила $78,2 \pm 8,7$ мс, у исследуемых с WPW синдромом $114,8 \pm 22,1$ мс. ($P_{1,3} = 0,000001$). Расширение комплекса QRS и наличие дельта-волны является подтверждением асинхронного возбуждения желудочков сердца.

По нашим исследованиям, в котором приняло участие 38 человек с WPW синдромом: у 21 (55,3 %) больных провоцирующими факторами приступов аритмии были физическое или эмоциональное перенапряжения; у 5 (13,1%) – употребление алкоголя; у 1 пациента (2,6 %) пароксизм тахикардии возникал после употребления пищи. В 10,5% случаев приступам тахикардии предшествовали сочетание двух факторов, а в 7,9% - сочетание трех факторов. У большинства пациентов с WPW синдромом приступы тахикардии были гемодинамически значимыми: у 21 (55,3 %) больных наблюдалась гипотония, еще у 19 (50,0 %) пациентов учащенному сердцебиению предшествовали пресинкопальные состояния, у 9 (23,7 %) - эпизоды потери сознания, у 5 (13,1%) – стенокардия. В 26,3 % и в 18,4 % возникновению приступов тахикардии предшествовало сочетание двух и трех симптомов соответственно.

В большинстве случаев приступы АВРТ возникали ежемесячно. У 63,1% пациентов синдром WPW сочетался с другими аритмиями, такими как ФП (18,4%), атриовентрикулярная узловая реципрокная тахикардия (АВУРТ) (28,9%), суправентрикулярная экстрасистолия (7,9%), трепетание предсердий (7,9%). Приступ аритмии мог продолжаться от нескольких секунд до нескольких часов и купироваться самостоятельно или с помощью рефлексорных приемов. В 89,5% случаев пароксизмы АВРТ были затяжные, продолжались в течение нескольких часов и обуславливали необходимость врачебного вмешательства.

По данным ЭхоКГ из 18 пациентов с WPW феноменом у 6 (33,3 %) и у 14 (36,9 %) больных с синдромом WPW выявлены «малые аномалии» сердца (пролапс митрального клапана, дополнительные хорды, повышенная трабекулярность, удлинение Евстахиевой заслонки). Пациентов с WPW синдромом малые аномалии встречались в 37 % случаев, что достоверно превышает распространенность данных структурных аномалий развития в группе сравнения, состоящей из практически здоровых добровольцев, сопоставимых по полу и возрасту с пациентами основной группы. Особое значение имеет выявление при холтеровском мониторировании возможных периодов мерцательной аритмии и феномена Вольфа – Паркинсона – Уайта, так как сочетание этих видов аритмии определяет электрофизиологическую возможность развития фибрилляции желудочков и внезапной смерти. Именно поэтому больным, даже с асимптоматичным феноменом Вольфа – Паркинсона – Уайта, должно быть однократно, проведено ХМ.

Феномен WPW характеризуются, кроме известных ЭКГ изменений, которые могут быть скрытыми и не определяться при диагностике и изменениями со стороны вариабельности ритма сердца. Эти особенности включают симпатикотонию, свидетельством чему является такой показатель, как SDNN, увеличение которого связано с усилением автономной регуляции, у здоровых лиц составил $80,5 \pm 8,2$, у пациентов с WPW феноменом $74,2 \pm 6,3$. Показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, отражающий активность автономного контура - rMSSD у лиц контрольной группы: $56,1 \pm 19,3$, у пациентов с WPW феноменом $52,1 \pm 10,8$. Локализация пучков может вести к внутрижелудочковому асинхронизму, нарушению сократительной функции миокарда, развитию сердечной недостаточности и дилатационной кардиомиопатии, доказательством чего является снижение фракции выброса.

Феномен и синдром WPW, являющиеся электрокардиографической находкой, в своей основе имеют сложные патофизиологические механизмы – предсердно-желудочковый, внутрижелудочковый и межжелудочковый асинхронизмы сокращения, сопряженные со сниженной сократительной функцией миокарда и нарушением регуляторных механизмов.

Выводы. Выполненные исследования позволяют сделать заключение о высокой эффективности РЧА. Вариабельность сердечного ритма через 6 мес. у пациентов с WPW синдромом после РЧА превышает исходные значения, а через 1 год равна показателям здоровых лиц. Полученные результаты позволяют выделить ранний период – через 24 часа после РЧА, поздний – от 2-х до 6 мес. и период полного восстановления – от 6 мес. до 1 года после операции. Ни у одного из прооперированных пациентов не было выявлено рецидивов после РЧА. При отсутствии другой врожденной патологии со стороны сердца спортсмены, перенесшие РЧА ДПП, могут не иметь ограничений по состоянию здоровья при участии в различных спортивных соревнованиях.

Список литературы:

1. Ардашев А.В. Клиническая аритмология // М, Медпрактика-М, 2010 г.- 1219 с.
2. Бокерия Л.А., Ревитов А.И., Ардашев А.В. Желудочковые аритмии // Мед-практика-М.-2002. - С.272.
3. Бредикис Ю. Ю., Жебраускас Р. И., Римша Э. Д. Особенности операции на проводящих путях сердца при синдроме предвозбуждения // Кардиология. 1981. - Т. 10. - С. 29-30.
4. Карпман В.Л. Кровообращение и физическая работоспособность у спортсменов с синдромом Вольфа –Паркинсона - Уайт'а // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. - М.: 1998. - Т. 5. - С. 176-178.
5. Chevalier P, Cadi F, Scridon A et al. Prophylactic radiofrequency ablation in asymptomatic patients with Wolff-Parkinson-White is not yet a good strategy: a decision analysis. Circ Arrhythm Electrophysiol. 2013.
6. Kolditz DP, Wijffels MC, Blom NA, van der Laarse A, Markwald RR, Schalij MJ, Gittenberger-de Groot ACCirculation. 2007 Jan 2; 115(1):17-26.
7. Pappone C, Santinelli V, Rosanio S, Alfieri OJ Am Coll Cardiol. 2003 Jan 15; 41(2):239-44.
8. Rosner MH, Brady WJ Jr, Kefer MP, Martin ML. Electrocardiography in the patient with the Wolff-Parkinson-White syndrome: diagnostic and initial therapeutic issues. Am-JEmergMed. 1999 Nov;17(7):705-14.
9. Wood F.C., Wolfreth C.C., Geckler G.D. Histologic demonstration of accessory muscular connections between auricle and ventricle in a case of short P-R interval and prolonged QRS complex // Am Heart J. – 1943; 25:454.

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ
СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЛЕГКОАТЛЕТОВ НА СБОРАХ
В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ**

Шлык Н.И., Алабужев А.Е., Алабужев С.А., Тришканов К.С., Шумков А.М.
Удмуртский государственный университет
medbio@uni.udm.ru

**INDIVIDUAL APPROACH TO THE ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY
AT TRAINING ATHLETES IN THE MIDLANDS**

Shlyk N.I., Alabuzhev A.E., Alabuzhev S.A., Trishkanov K.S., Shumkov A.M.
The Udmurt state University

Аннотация: Показана важность применения метода анализа вариабельности сердечного ритма у спортсменов легкоатлетов для управления тренировочным процессом в условиях среднегорья.

Ключевые слова: Вариабельность сердечного ритма, тип вегетативной регуляции, индивидуальный подход к тренировочному процессу, оценка перетренированности, среднегорье.

Abstract: The paper considers the importance of the use of heart rate variability analysis method in athletes to control the training process in a midlands.

Keywords: heart rate variability, type of vegetative regulation, individual approach to the training process, evaluation of overtraining, the midlands.

Введение. Вегетативная дисфункция при занятиях спортом – одно из самых распространенных нарушений. В работе любого тренера со спортсменом необходим постоянный динамический контроль за функциональным состоянием и реактивностью регуляторных систем, определяющих эффективность работы адаптационных механизмов и возможные их поломки. Особенно важен такой контроль при проведении тренировочного процесса в измененных условиях внешней среды – в условиях пониженного атмосферного давления. Риск развития перетренированности нарастает, когда с увеличением длительности периода адаптации к новым условиям внешней среды возрастает объем и интенсивность физических нагрузок. Чтобы этого избежать необходимо применять интегральный метод оценки функционального состояния и регуляторно-адаптивных возможностей организма. Таким методом является экспресс-анализ вариабельности сердечного ритма.

В работе приводятся результаты исследований функционального состояния и вегетативной реактивности по данным анализа вариабельности сердечного ритма у легкоатлетов на двух тренировочных сборах в условиях среднегорья (Кисловодск, Киргизия).

Методика исследования. Под наблюдением находилось 8 спортсменов легкоатлетов спринтеров, средневики и стайеров, членов сборной команды Удмуртии. Ежедневно в течение 25 дней сборов утром перед первой тренировкой проводился экспресс анализ ВСР в положении лежа (5 мин.) и стоя (6 мин.) с помощью прибора «Варикард 2.51» и программы «Иским - 6». Методика исследования и анализа ВСР с учетом типа вегетативной регуляции описана в наших работах [3, 4]. Умеренному преобладанию центральной регуляции (I тип) соответствуют значения $SI > 100$ усл. ед., $VLF > 240$ мс²; выраженному преобладанию центральной регуляции (II тип) - $SI > 100$ усл. ед., $VLF < 240$ мс²; умеренному преобладанию автономной регуляции (III тип) – SI от 30 до 100 усл. ед., $VLF > 240$ мс²; выраженному преобладанию автономной регуляции (IV тип) – SI от 10 до 30 усл. ед., $VLF > 240$ мс², $TP > 8000$ мс². Если при анализе ВСР резко снижаются значения $SI < 10$ усл. ед. и резко возрастают показатели $TP > 16000-20000$ мс², то они указывают на

различные нарушения ритма сердца, которые визуально можно наблюдать на кардиоинтервалограмме, скатерограмме ВСР и одновременной регистрации ЭКГ. При оценке типа вегетативной регуляции учет остальных временных и спектральных показателей ВСР обязателен.

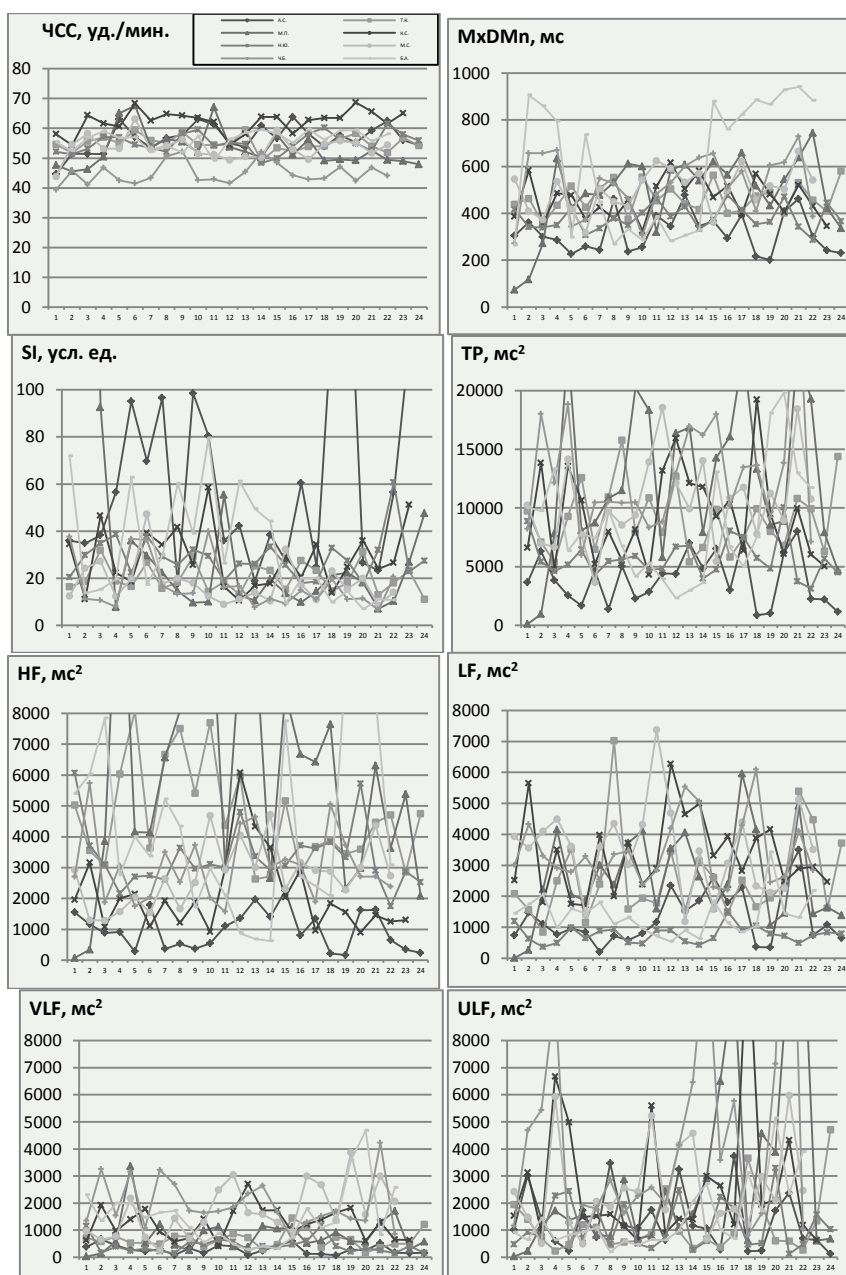


Рис. 1. Индивидуальные портреты показателей variability сердечного ритма у спортсменов легкоатлетов на сборах в Киргизии.

Результаты исследования. На рис. 1 представлены индивидуальные данные анализа ВСР у спортсменов в течение 24 дней в покое до первой тренировки на сборе в условиях среднегорья (Киргизия). Согласно результатам, представленным на рисунке, четко виден индивидуальный разброс показателей ВСР на протяжении всего сбора.

Среди указанных спортсменов есть спринтеры, средневики и стайеры, что может определять различия в показателях ВСР. Чтобы выявить различия в состоянии регуляторных систем в зависимости от направленности тренировочного процесса, мы приводим на рис.2 данные анализа ВСР у трех спортсменов, одного спринтера и двух стайеров.

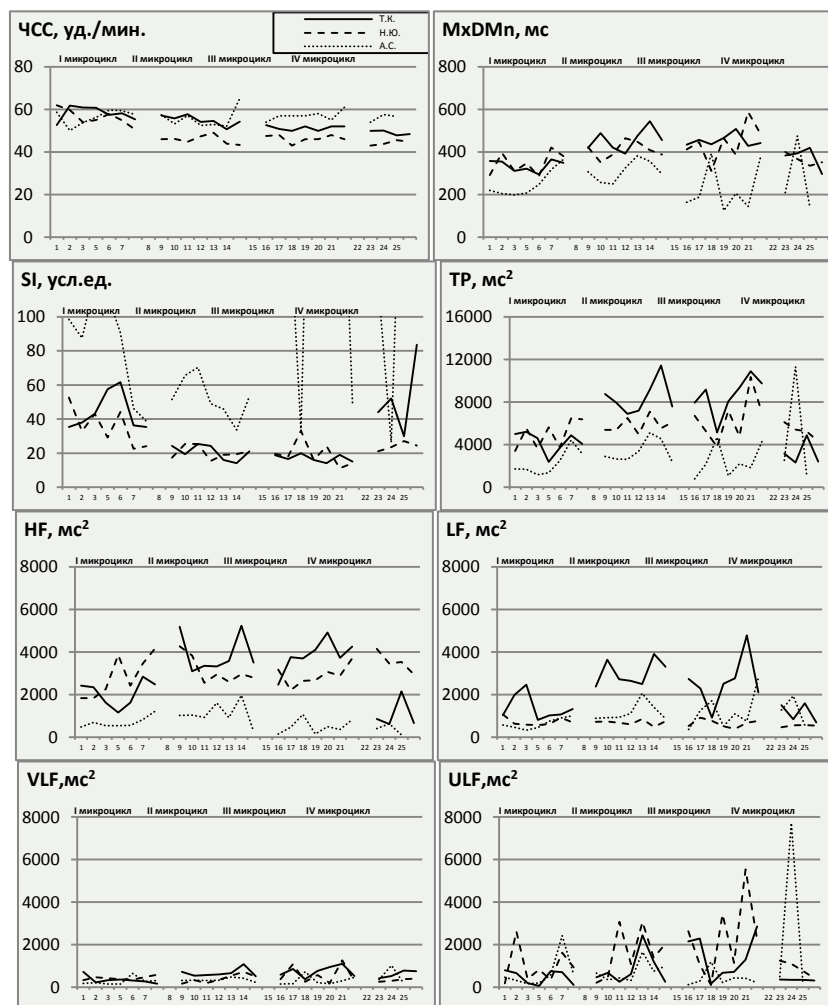


Рис. 2. Различия в состоянии вегетативной регуляции у легкоатлетов: спринтера (А.С.) и стайеров (Т.К. и Н.Ю.).

Примечание: на сборах в Киргизии стайеры выполняют одинаковые тренировочные нагрузки.

На рисунке четко видно, что у спринтера А. С. в покое утром до первой тренировки на протяжении сбора выражено преобладает центральный контур регуляции. Это проявляется в меньших значениях показателей ВСР $MxDMn$, TP , HF , LF , VLF , и большим значением SI , по сравнению со стайерами Т.К. и Н.Ю.

Полученные результаты анализа ВСР показывают, что в зависимости от направленности тренировочного процесса в горах состояние регуляторных систем различно. У спринтера в состоянии покоя преобладает активность центрального контура регуляции, а у стайеров автономного.

На этом рисунке также можно проследить различия в состоянии функциональной готовности организма у стайеров Т.К. и Н.Ю., имеющих одинаковый тренировочный режим. Согласно показателям ВСР стайер Н.Ю. одинаковые физические нагрузки переносит с большим напряжением регуляторных систем, чем стайер Т.К.. У последнего больше значения показателей $MxDMn$, TP , HF , LF , VLF и меньше SI . Что говорит об оптимальном состоянии автономной регуляции и лучшей функциональной готовности спортсмена к ежедневным тренировочным нагрузкам. Исходя из данных показателей ВСР тренер должен был снизить объем и интенсивность нагрузок у стайера Н.Ю.

По динамике изменения показателей ВСР на этом же рисунке можно проследить переносимость тренировочных нагрузок у трех спортсменов в каждые из четырех мик-

роциклов. На рис. 2 видно, что начиная с 17 дня у спортсменов, независимо от специализации, регистрируются выраженные колебания во всех показателях ВСР, что указывает на увеличение напряжения и появление дисрегуляторных процессов в результате выраженного утомления, которое увеличивается к концу сбора.

Особого внимания требует изучение вопроса о сроках включения дня отдыха при двухразовых тренировках в день при прохождении сборов в условиях среднегорья.

На рис. 3 приведены данные анализа ВСР в покое и ортостазе у спринтера в течение 5 дней при двухразовых тренировках в день на сборах в Киргизии. Исходя из результатов анализа ВСР видно, что от третьего к пятому дню у спортсмена снижаются функциональные и регуляторно-резервные возможности организма. Так после третьего дня микроцикла наблюдается резкое снижение значений $MxDMn$, TP , HF , LF , VLF в покое и снижение вегетативной активности на ортостаз.

На пятый день микроцикла у спортсмена регистрируется парадоксальная реакция на ортостаз, что указывает на срыв в состоянии адаптационных механизмов.

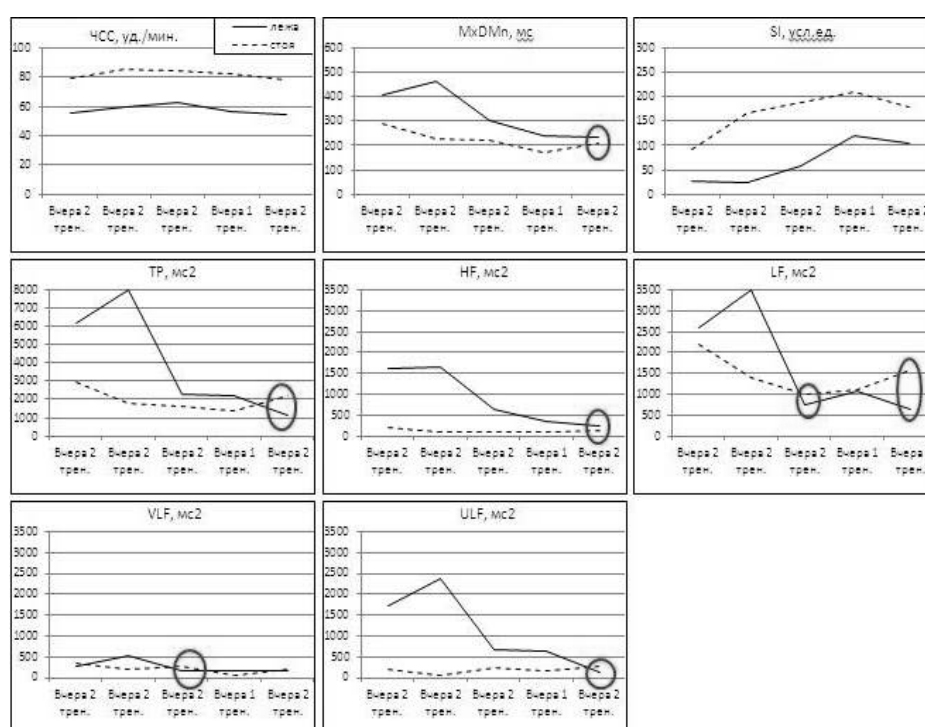


Рис. 3. Изменение вегетативной реактивности организма у легкоатлета спринтера в микроцикле при проведении двухразовых тренировок в день на сборах в среднегорье.

Насколько оправдан такой подход к планированию тренировочных нагрузок в микроциклах, должны показывать результаты анализа ВСР после дня отдыха. Согласно нашим данным, после дня отдыха, который, как правило, дается на шестой день микроцикла, спортсмены не успевают восстанавливаться и очередной микроцикл начинается на фоне недовосстановления.

Тренеры и сами спортсмены, как правило, судят о процессах восстановления в основном по частоте сердечных сокращений. Известно, что частота сердечных сокращений (ЧСС) отражает лишь конечный результат многочисленных регуляторных влияний на аппарат кровообращения, характеризует особенности гомеостатического механизма на момент измерения. Одной и той же ЧСС могут соответствовать разные комбинации активности звеньев системы, управляющей вегетативным гомеостазом [3]. Поэтому процессы восстановления у спортсменов необходимо контролировать не по ЧСС, а по состоянию кардиорегуляторных систем, то есть по результатам ВСР.

Таблица 1

Результаты анализа ВСР у перетренированного спортсмена Ч. на сборе в Кисловодске.

ЧСС уд/мин				MxDmN мс				SI				TP				HF				LF				VLF				ULF			
ле-	жа	сто	я	ле-	жа	сто	я	ле-	жа	сто	я	ле-	жа	сто	я	ле-	жа	сто	я	ле-	жа	сто	я	ле-	жа	сто	я	ле-	жа	сто	я
39	74	272	283	38	97	8236	2685	2707	57	3008	873	1351	1080	1170	675																
46	91	658	138	11	443	18002	675	5734	125	4325	258	3259	76	4685	216																
41	73	658	235	11	122	12164	1201	1877	42	3303	543	1548	424	5436	193																
47	76	671	279	8	104	18830	3299	3061	71	2912	1865	3160	1209	9697	153																
43	81	344	170	37	258	5997	827	1750	50	2784	312	1077	241	386	224																
41	70	373	362	36	71	10476	3591	2037	742	3291	1085	3226	788	1922	976																
43	82	550	200	17	255	10530	636	3498	14	2545	169	2696	243	1791	210																
51	92	528	176	13	288	10446	1099	2524	28	3350	620	1720	313	2852	138																
52	83	465	101	14	833	10483	462	3733	21	3465	205	1643	103	1642	133																
43	84	308	185	40	218	8341	830	2023	18	2361	381	1700	340	2257	91																
43	75	484	317	16	73	8829	2044	1570	89	2840	834	1845	722	2575	400																
42	81	532	204	17	188	12954	1051	4426	17	4189	296	2345	376	1994	362																
45	83	603	160	8	269	16960	764	4645	14	5538	373	2639	199	4138	177																
52	92	639	114	11	510	16212	432	3024	13	5053	222	1672	147	6463	50																
49	76	657	166	9	236	17997	709	3265	38	2286	303	659	182	11787	185																
44	78	509	305	15	80	10184	2559	3096	88	2201	1415	1294	684	3593	372																
43	83	580	197	11	218	13463	1260	1891	35	4287	502	1521	454	5765	270																
43	70	411	259	20	88	13640	2340	5046	66	6091	440	1697	554	807	1279																
47	76	606	164	11	312	9217	961	3730	124	2446	367	1429	248	1613	221																
42	77	619	212	11	144	13845	1424	2712	62	2635	655	1349	276	7148	431																
47	84	730	216	7	202	30328	1372	2713	46	4107	651	4230	171	19278	504																
44	81	388	172	21	254	7124	1119	2384	24	2836	640	854	215	1050	240																

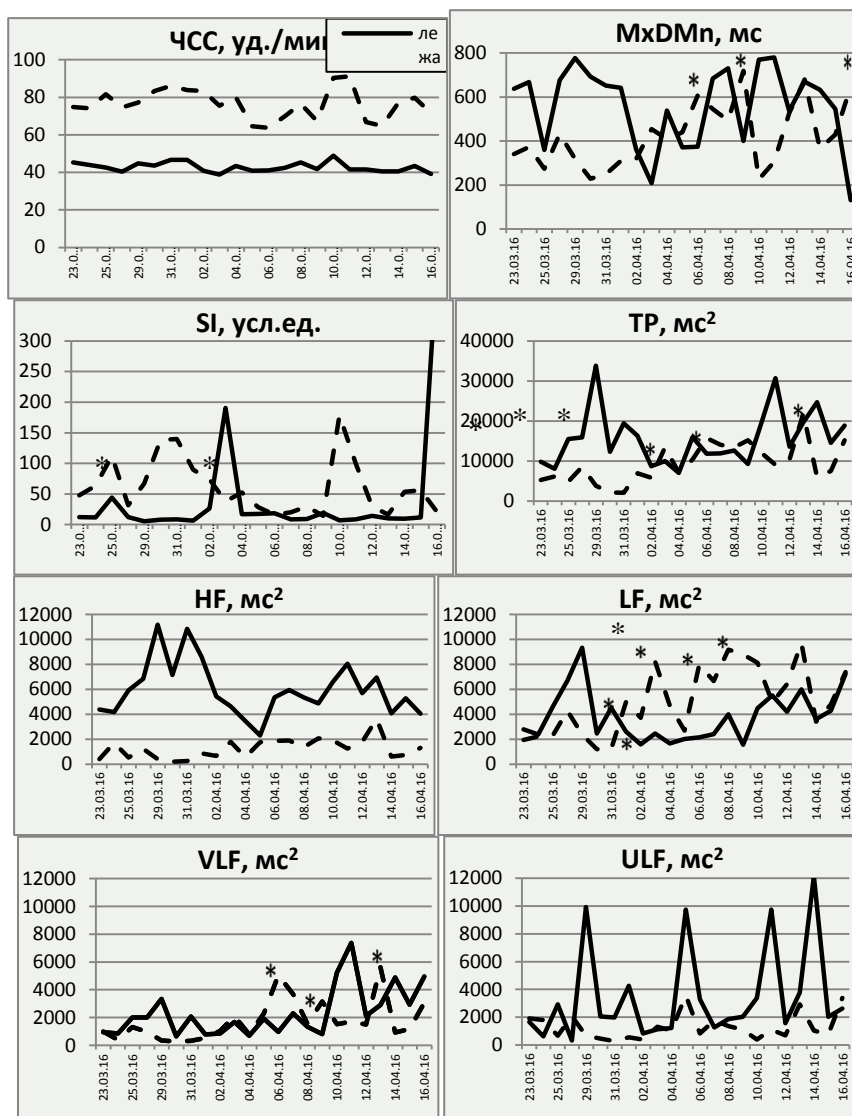
*выделенные показатели ВСР указывают на отклонение от нормы

В табл. 1 представлены данные анализа ВСР у легкоатлета средневика (Ч.) утром до первой тренировки, которые указывают, что во все тренировочные дни у спортсмена имеется выраженное преобладание автономного контура регуляции. Об этом говорит выраженная брадикардия, большие значения показателей ВСР MxDMn, TP, выраженная суммарная амплитуда HF, LF, VLF, ULF волн. Кроме того, при ортостатическом тестировании у этого спортсмена во все дни исследования ВСР выявляется выраженная гиперреакция. Это говорит о том, что от тренировки к тренировке спортсмен не восстанавливается в результате перетренированности. До сего времени остается неясной роль выраженной парасимпатической активности при перетренированности: защитная – стресс-лимитирующая или повреждающая (патологическая).

Таким образом, полученные данные анализа ВСР у этого спортсмена в покое и ортостазе указывают на функциональную перегрузку уже с первого дня сборов ему требуется отдых. Этому спортсмену не нужно было пребывать на сборах.

На рис. 4 представлены данные анализа ВСР в покое и ортостазе у перетренированного стайера Б. (КМС) с постоянно выраженным преобладанием автономной регуляции, гипер- и парадоксальной реакциях на ортостаз. На этом примере четко видно, что после первой недели сборов у спортсмена резко ухудшается вегетативная реактив-

ность на ортостаз. Речь идет о прогрессирующем ухудшении функционального состояния и регуляторно-резервных возможностей организма. Со слов спортсмена у него болит кишечник, использует медицинские препараты для улучшения восстановления. Этот спортсмен должен был снят с тренировочного процесса уже в первые дни пребывания на сборах. Однако, он продолжал тренироваться.



*- знак указывает на парадоксальные реакции на ортостаз

Рис. 4. Динамические исследования ВСР в покое и ортостазе у легкоатлета – стайера Б. на сборах в условиях среднегорья (март-апрель 2016 г., Кисловодск)

Таким образом, динамические результаты анализа ВСР, полученные до каждой тренировки утром, дают возможность своевременно выявить нарастающее утомление регуляторных механизмов и контролировать уровень восстановительных процессов. Устойчивая парадоксальная реакция на ортостаз у данного спортсмена является показателем неблагоприятных тенденций как в состоянии здоровья спортсмена, так и в прогнозе спортивных результатов. Способность нормального восстановления организма характеризуется оптимальным состоянием вегетативного баланса и правильной вегетативной реактивностью на ортостаз, это путь к повышению резервных возможностей организма. Ежедневное недовосстановление организма ведет к дисрегуляции и болезням адаптационных систем. Тренеру необходимо помнить, что у каждого спортсмена

свой период адаптации к условиям среды в горах, который отражается на переносимости тренировочных нагрузок и уровне восстановления.

Заключение. Таким образом, сбалансированная регуляция у легкоатлетов-бегунов с учетом специфической направленности (спринтеры, стайеры) в среднегорье позволяют максимально использовать свои функциональные возможности на тренировках. Дизрегуляторные процессы и ухудшение вегетативной реактивности путь к перетренированности и болезни адаптационных механизмов. Особенно это важно при осуществлении тренировочного процесса в измененных условиях внешней среды (сборы в горах). Отсутствие или игнорирование четкого представления об индивидуальных границах регуляторно-резервных возможностей организма у спортсменов и при этом планирование одинаковых тренировочных нагрузок, контроль за их переносимостью только по ЧСС могут способствовать быстрой перетренированности, заболеваниям и низким спортивным результатам.

Список литературы:

1. Криворученко Е.В. Связь между уровнем физической подготовленности и типом вегетативной регуляции сердечного ритма спортсменов, специализирующихся в беге на средние дистанции / Е.В. Криворученко // Физическое воспитание студентов. – Харків, 2010. - №1. – С. 163-167.
2. Черкес Л.И. Факторы, определяющие функциональное состояние регуляторных систем организма у спортсменов после пребывания в условиях среднегорья / Л.И. Черкес, В.Н. Ильин // Фізіол.журн.-2012. – Т.58, №4. – с. 30-34.
3. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.
4. Шлык Н.И., Алабужев А.Е., Феофилактов Н.З, Слепцов А.О. Динамические исследования вариабельности сердечного ритма у легкоатлетов-средневики в тренировочном процессе в условиях среднегорья / Н.И. Шлык // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: Мат. V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26–28 октября 2011 г. – Ижевск, 2011. – С. 369–384.

ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ИГРОКОВ В ФУТЗАЛ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Шумихина И.И.

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

shuma66@mail.ru

ASSESSMENT OF ADAPTIVE OPPORTUNITIES OF AN ORGANISM OF PLAYERS IN A FUTSAL DURING THE COMPETITIVE PERIOD

Shumikhina I. I.

Udmurt state university, Izhevsk

Аннотация. По результатам анализа ВСР выявлены индивидуально-типологические особенности регуляторных систем сердечного ритма у игроков, занимающихся мини-футболом. Показано теоретическое и прикладное значение проведенных исследований ВСР у футболистов с учетом индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции.

Ключевые слова: Адаптивные возможности организма, индивидуально-типологические особенности регуляторных систем, сердечный ритм, ортостатическое воздействие.

Summary. By results of the analysis of VSR individual and typological features of regulatory systems of a cordial rhythm at the players who are engaged in five-a-side are taped.

Theoretical and applied value of the conducted researches VSR at football players taking into account individual and typological features of a vegetative regulation is shown.

Keywords. Adaptive opportunities of an organism, individual and typological features of regulatory systems, cordial rhythm, orthostatic influence.

Актуальность. Одной из наиболее быстро развивающихся в мире спортивных игр является мини-футбол (футзал), его внедрение в современную независимую разновидность классического футбола стала общепризнанным фактом. Эффективное развитие системы подготовки спортсменов в любом новом виде спорта должно базироваться на реализации таких теоретических положений спортивной тренировки, как формирование методологических основ с учетом его специфики и изучения приспособительных реакций организма спортсменов. Чрезвычайно важным компонентом в управлении тренировочным процессом является система контроля, применяемая как на начальном этапе подготовки спортсмена для выявления исходного функционального состояния организма, так и для изучения динамики адаптационных возможностей спортсмена под действием применяемых тренировочных нагрузок [1,4,5].

С точки зрения спортивной практики определение текущего функционального состояния организма спортсмена, как в процессе ежедневных тренировок, так и в период соревновательных нагрузок является продуктивным звеном врачебного контроля. Спортивным врачам, тренерам и самим спортсменам, необходимы доступные, достаточно информативные, экспресс-методы диагностики функционального состояния. Методом, удовлетворяющим этим требованиям, можно считать вариабельность сердечного ритма. Применение анализа вариабельности сердечного ритма, широко используемого в физиологии и медицине, позволяет прогнозировать и диагностировать патологические состояния, выявлять нарушения в состоянии регуляторных систем организма и изучать возрастные изменения [1,2].

Целью нашего исследования являлось изучение индивидуальных особенностей вариабельности сердечного ритма у спортсменов, занимающихся футзалом в соревновательном периоде.

Исследования проводились на 7 игроках в мини-футбол (футзал) в течение 1 года. Обработка и анализ результатов были проведены на базе лаборатории функциональных методов исследования кафедры медико-биологических основ физической культуры ИФКиС Удмуртского государственного университета. Регистрация вариабельности сердечного ритма проводилась в положении лежа и стоя, время записи кардиоинтервалограммы 5 мин. Исследования проводились в соревновательном периоде, за день до игры и на следующий день после игры. На основании данных ВСР был составлен индивидуальный портрет состояния регуляторных систем каждого игрока.

На основе данных вариабельности сердечного ритма нами выявлена степень устойчивости регуляторных систем у каждого, изученного нами, спортсмена. По нашим данным у 75 % исследованных игроков выявлен устойчивый тип вегетативной регуляции, у всех исследуемых имеются наличие большого разброса показателей ВСР, а так же ярко выраженные индивидуальные (типологические) особенности регуляции сердечного ритма. Было выделено четыре типа вегетативной регуляции по классификации профессора Шлык Н.И. (2009): два с преобладанием центрального контура управления с умеренным (I тип) и выраженным (II тип) и два с преобладанием автономного контура управления с умеренным (III тип) и выраженным (IV тип). Выделение в качестве оптимального типа вегетативной регуляции умеренного преобладания автономной регуляции (III тип) подтверждает известное положение о том, что именно управляемая саморегуляция позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления. Сохранение типа регуляции дает основание предположить наличие генетической

детерминированности типов вегетативной регуляции [4]. При переходе типа вегетативной регуляции с оптимального на дисрегуляторный происходят изменения в показателях ВСР, которые характеризуют выраженное увеличение активности централизации (I и II типы) или автономной регуляции (IV тип), что указывает на ухудшение вегетативного гомеостаза, снижение функциональных и адаптационно-резервных возможностей организма, переутомлении и перетренированности. При нормализации вегетативного гомеостаза дисрегуляторные проявления исчезают и показатели ВСР приходят к оптимальной норме (III тип).

У спортсменов с устойчивым типом регуляции перед играми в покое, были выявлены низкие значения ЧСС в среднем 56 уд/мин, оптимальный показатель $MxDMn$ (348мс), характеризующий степень активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и низкое значение стресс-индекса SI (36 у.е.), отражающего степень активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Выявлены умеренно высокие абсолютные значения TP , HF , LF , VLF , так суммарная мощность спектра TP в среднем составила 3567,25 мс², HF -волны в среднем составили 968 мс², VLF -волны -389,71мс². Такой тип вегетативной регуляции отражает оптимальное состояние регуляторных систем организма по классификации профессора Шлык Н.И. (2009). При переходе в положение стоя у игроков в большинстве случаев наблюдается увеличение ЧСС в среднем на 13,5%, снижение разброса кардиоинтервалов $MxDMn$ на 21,7%, уменьшается суммарная мощность спектра (TP) на 56,7%, вазомоторные волны (LF) на 27,4% и энерготропные волны (VLF) на 45,6%. Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных, адаптационных и резервных возможностях организма.

После игр у спортсменов наблюдаются незначительное повышение ЧСС на 7%, активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы $MxDMn$ незначительно снижается на 5,6%, симпатическая активность увеличивается, SI возрастает на 12,3%. Суммарная площадь спектра TP и все составляющие волны спектра снижаются. Хотя у спортсменов также отмечается оптимальный тип вегетативной регуляции с умеренным преобладанием автономной регуляции, но заметно усиление адренергических воздействий на ритм сердца.

При проведении ортостатического тестирования у спортсменов после игр выявлено более значительное увеличение ЧСС на 24,1 %, снижение разброса кардиоинтервалов $MxDMn$ на 32,7%, уменьшается суммарная мощность спектра (TP) на 46,7%, вазомоторные волны (LF) на 36,1% и энерготропные волны (VLF) на 47,3%, по сравнению с реакцией до игр. Ортостатическое тестирование также подтверждает, что состояние регуляторных систем сердечного ритма у спортсменов находятся в большем напряжении, чем до игры. На протяжении всего соревновательного периода, эти игроки показывали хорошую результативность на играх.

У спортсменов с неустойчивым типом регуляции перед играми было выявлено умеренное значение ЧСС в среднем (60 уд/мин), оптимальный показатель SI (46 у.е.) и оптимальное значение VLF (401,71мс²), что позволяет отнести их также к третьей группе, отражающей умеренное преобладание автономной регуляции сердечного ритма. При переходе в положение стоя у этих спортсменов наблюдается парадоксальный тип реакции, который заключается в выраженном увеличении ЧСС на 37,2%, увеличении разброса кардиоинтервалов $MxDMn$ на 23,9%, увеличивается суммарная мощность спектра TP на 32,6% вазомоторные волны увеличиваются на 7,9% и энерготропные (VLF) волны на 12,8%. Подобная реакция на ортостатическое воздействие является парадоксальной и характеризует низкий уровень адаптационно-резервных возможностей организма.

После игры выявлено умеренное увеличение ЧСС 66 уд/мин, высокий показатель SI (122 у.е.) и низкие показатели LF (359,54 мс²) и VLF (122,03 мс²) волн, что позволя-

ет отнести этих спортсменов ко второй группе функционального состояния регуляторных систем, которая характеризуется выраженным преобладанием симпатической регуляции сердечного ритма. Резким напряжением центральной регуляции над автономной. В ответ на ортостаз спортсмены реагирует парадоксально. Наблюдается выраженное увеличение ЧСС в среднем на 28 уд/мин, LF-волны на 74,3% и VLF-волны на 32,6%. Это состояние отражает выраженное утомление и перетренированность спортсменов. В течении соревновательного сезона у спортсменов отмечалось быстрая утомляемость во время игр, снижение результативности.

Вывод. Таким образом, нами выявлены различные типологические особенности регуляторных систем организма у игроков, занимающихся футзалом в соревновательном периоде. Установлено, что у спортсменов с устойчивым типом вегетативной регуляции сердечного ритма на протяжении всего периода исследования наблюдается умеренное преобладание автономной регуляции сердечного ритма, что характеризует оптимальное функциональное состояние регуляторных систем организма и высокую тренированность.

У спортсменов с неустойчивым типом вегетативной регуляции, отмечается в большинстве случаев высокая активность симпатической и центральной регуляции, что отражает состояние выраженного утомления или донозологического состояния. У игроков отмечается снижение результативности к концу сезона.

Нужно подчеркнуть необходимость использования метода анализа ВСР во врачебно-педагогического контроле за занимающимися физической культурой и спортом. При допуске к занятиям спортом врачами и тренерами должны учитываться индивидуально-типологические особенности регуляторных систем и их адаптационные возможности. В первую очередь перетренированность и донозологические состояния появляются у спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма. Необходимо понимать, что перед тренером стоят задачи не только обеспечить спортивный результат, но и сохранить здоровье и спортивное долголетие занимающихся.

Список литературы:

1. Аксенов В.В. Ритм сердца у спортсменов / Под ред. Р.М.Ба-евского, Р.Е. Мотылянской.-М.: Физкультура и спорт, 1986-143с.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. -М.: Наука, 1984. - С.36 -44.
3. Ванюшин Ю.С., Ситдилов Ф.Г.. Адаптация кардио-респираторной системы спортсменов к физической нагрузке повышающейся мощности: Дис. канд.биол.наук; 03.00.13: Казань, 2003г.,141с.
4. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография -Ижевск: Изд-во «Удмуртский государственный университет», 2009.-255 с.
5. Шумихина И.И. Особенности вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики у юных футболистов под влиянием тренировочного процесса: Автореф. .канд. биол. наук. — Киров, 2005. - 19 с.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА У СТУДЕНТОВ С УЧЕТОМ АНАЛИЗА ВСР

Шумихина И.И.

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск
shuma66@mail.ru

FEATURES OF ADAPTIVE OPPORTUNITIES OF THE STUDENT'S ORGANISM

Shumikhina I.I.

Udmurt state university, Izhevsk

Аннотация. По результатам анализа ВСР выявлены индивидуально-типологические особенности регуляторных систем сердечного ритма у студентов. Показано теоретическое и прикладное значение проведенных исследований ВСР у студентов с учетом индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции. Выявлено, что индивидуальные типы регуляции различаются не только по вегетативному балансу, но и по уровню физического здоровья и физической подготовленности.

Ключевые слова: студенты, тип вегетативной регуляции, оценка уровня физического здоровья, уровень физической подготовленности.

Summary. By results of the analysis of VSR individual and typological features of regulatory systems of a cordial rhythm at students are taped. Theoretical and applied value of the conducted researches VSR at students taking into account individual and typological features of a vegetative regulation is shown. It is shown that individual types of a regulation differ not only on vegetative balance, but also on the level of physical health and physical fitness.

Keywords: students, type of a vegetative regulation, assessment of level of physical health, level of physical fitness.

Индивидуально-типологические особенности регуляторных систем и функциональные резервы организма являются определяющим фактором к условиям обучения студентов в ВУЗе. В связи с этим все большую актуальность приобретают вопросы прогнозирования функциональных возможностей организма с помощью анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) позволяющего решать задачи отбора, допуска к оздоровительным занятиям, планирования объема двигательной нагрузки, самоконтроля в физическом совершенствовании.

Используя современное учение о вегетативной регуляции физиологических функций, нам удалось разработать новый подход к вопросу физического воспитания студентов. В основе этого подхода лежит оценка типа вегетативной регуляции и в соответствии с этим планирование физических нагрузок на учебных занятиях. Для определения типов вегетативной регуляции используется метод анализа ВСР - современный, общепринятый индикатор функционального состояния различных звеньев регуляторных систем. Используя представление о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, Н.И. Шлык (2003, 2009) выделяет четыре типа вегетативной регуляции: с умеренным преобладанием центральной регуляции (I тип) и выраженным преобладанием центральных механизмов регуляций (II тип), с умеренным преобладанием автономной регуляции (III тип) и выраженным преобладанием автономной регуляции (IV тип). Взяв за основу своей классификации не отделы вегетативной нервной системы (симпатический или парасимпатический), а центральный и автономный контуры вегетативного управления.

Показано [2-4], что для поддержания нормального уровня функционирования сердечно - сосудистой системы организм у исследуемых с центральным типом регуля-

ции (II тип) затрачивает постоянно больше усилий, нежели у исследуемых с автономным типом регуляции (III тип).

Целью работы явилось выявление взаимосвязи индивидуально-типологических особенностей регуляторных систем, уровня физического здоровья и физической подготовленности у студентов в покое.

Для оценки использовали метод анализа ВСР по методике Баевского в покое. Уровень физического здоровья определяли по количественной экспресс-оценке, предложенной С.Д.Поляковым и С.В.Хрущевым (2004). По данной методике вычислялись индекс Кетле, индекс Робинсона (двойное произведение), индекс Скибинского, индекс Шаповаловой, индекс Руфье и общий уровень физического здоровья.

Уровень физического здоровья мы рассматривали в зависимости от степени активности регуляторных систем организма, согласно классификации, предложенной Шлык Н.И (2009).

С целью выявления исходного уровня двигательной подготовленности было проведено тестирование по следующим видам: бег на 100м (с); челночный бег 3x10м (с); бег на 1000м (мин) и 2000м (мин); прыжок в длину с места (см); сгибание-разгибание рук в упоре лежа (количество раз); подтягивание в висе на перекладине (количество раз); наклон вперед стоя на гимнастической скамейке (см); подъем туловища из положения лежа на спине (количество раз за 30 с).

Таблица 1.

Показатели вариабельности сердечного ритма у студентов в покое

Пол	Группа	ЧСС, уд/мин	MxDMn, мс ²	мс ²	АМО, %	SI, ус.ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	ULF, мс ²
Ю	I	79,7 ±5,8	207,3 ±19		58,4 ±6,6	193 ±14,7	1862 ±359	337,4 ±118,8	787,4 ±174,2	478,8 ±138	258,8 ±10,7
	II	71 ±6,9	182,8 ±22,6		64 ±8,1	238,5 ±73,9	1869 ±794,9	835,8 ±444,2	662,1 ±296,2	156,6 ±33,2	214,6 ±138,4
	III	65,3± 1,6*°	313,2± 29,2*°		32,6± 1,5*°	54,3± 5,0*°	4350± 390,2*	1540± 182,8*	1629± 232,9*	561,4± 50,9*°	618,9± 101,7*
Д	I	79,8 ±2,6	213,6 ±16,1		52,4 ±4,6	185,3 ±35,0	1559,4 ±122,3	392,4 ±60,7	525,5 ±102,0	342,2 ±42,6	290,3 ±66,3
	II	75,3 ±2,6	186,9 ±14,0		59,3 ±4,5	213,8 ±35,0	1694,7 ±296,9	953,4± 209,9	413,1± 73,4	175,8± 24,1	125,1 ±24,3
	III	66,4 ±2,4*	349,8± 17,5*°		30,7± 1,9*°	51,6± 6,7*°	4784,9 ± 580,1*	2583,9 ± 483,9*	1308,6 ± 138,3*	427,6± 67,0*	431,9± 114,9*

* P<0,05 (достоверность различий между I и III группами)

° P<0,05 (достоверность различий между II и III группами)

В исследовании принимали участие 61 студент (21 юноша и 40 девушек) Удмуртского государственного университета в возрасте от 19 до 21 лет.

Согласно экспресс-оценки функционального состояния регуляторных систем выявлены три группы студентов, имеющие разные типы вегетативной регуляции сердечного ритма. При гендерном анализе ВСР установлено, что юношей с умеренным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (I тип) выявлено - 28,6%, выра-

женным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II тип) - 28,6% и с умеренным преобладанием автономной регуляции (III тип) – 42,8%. Таким образом, наибольший процент составили студенты с напряжением регуляторных систем (57,2%).

Данные анализа ВСР у студентов с разными типами регуляции сердечного ритма в покое представлены в таблице 1.

У студентов I типа выявлены высокие показатели АМО50% и SI. Разброс этих показателей составляет АМО50% от 54,2% до 86,3%, SI от 179,3 усл.ед. до 354 усл.ед. Разброс спектральных показателей сердечного ритма составил: TP от 523,1 мс² до 2163,8 мс², HF от 93,7 мс² до 286,2 мс², LF от 269,1 мс² до 732,7 мс², VLF от 330,1 мс² до 918,4 мс² и ULF от 61,2 мс² до 250,8 мс² (Табл.1). Важно подчеркнуть, что у этого типа исследуемых вазомоторные волны (LF) являются преобладающими в спектре.

Для студентов с выраженным преобладанием центральной регуляции сердечного ритма (II тип) характерны повышенная ЧСС, малый разброс кардиоинтервалов MxDMn, высокие значения АМО и SI, низкие значения суммарной мощности спектра (TP) и его составляющих (HF, LF). Особенно VLF, что указывает на выраженное напряжение надсегментарных уровней управления. По мнению многих авторов [1,3,4] такое состояние регуляторных систем оценивается, как состояние вегетативной дисфункции.

Юноши III типа с умеренным преобладанием автономной регуляции, по сравнению со студентами (I и II типа) с умеренным и выраженным преобладанием центральной регуляции имеют достоверно ниже ЧСС, большие значения MxDMn, RMSSD, PNN50, SDNN и ниже показатели АМО50, SI. У них достоверно выше суммарная мощность спектра TP и всех его составляющих и особенно HF и LF волн. Что соответствует оптимальному уровню функционирования регуляторных систем и в частности синусового узла.

Таблица 2.

Показатели уровня физического здоровья у студентов в зависимости от преобладающей степени активности регуляторных систем организма

Пол	Группа	Индекс Кетле (кг/м ²)	Индекс Робинсоа (усл.ед.)	Индекс Скибинского (млсек/уд/мин)	Индекс Шаповаловой (усл.ед.)	Индекс Руфье (усл.ед.)	Уровень Здоровья (баллы)
ю	I	26,7 ±2,4	99,1 ±10,2	3849 ±491,5	267 ±18,5	14,3 ±2,9	14 ±2,1
	II	19,5 ±1,2*	93,5 ±9,9	2621,5 ±374,5	261,5 ±30,9	17,3 ±1,1	12,8 ±1,3
	III	20,1 ±0,8*	78,8 ±2,4	4707,4 ±526,7°	256,8 ±15,8	11,1 ±0,9* °	16,6 ±0,6°
д	I	21,4 ±0,8	97,6 ±5,9	1926,5 ±274,4	211 ±21,1	15,3 ±1,2	13,6 ±0,7
	II	18,8 ±0,5*	75,2 ±4,6*	1752,4 ±304,7	161,6 ±16,0	11,5 ±0,9	13,1 ±0,7
	III	19,8 ±0,6	71,0 ±2,3*	2575,3 ±117,1*°	203,8 ±12,0°*	10,5 ±0,6*	16,3 ±0,4°*

* P<0,05 (достоверность различий между I и II группами)

° P<0,05 (достоверность различий между II и III группами)

При распределении девушек по уровню активности регуляторных систем нами выявлено, что 20% студенток отнесено к I типу, 35% - ко II типу, 45% - к III типу, т.е. 55% студенток имели напряжение состояния регуляции.

Так, организм у студентов I и II типа для поддержания нормального уровня функционирования сердечно-сосудистой системы затрачивает существенно больше усилий, т.к. регуляторные системы находятся в значительно более выраженном напряжении по сравнению со студентами III типа.

При анализе уровня физического здоровья и физической подготовленности у студентов в зависимости от степени активности регуляторных систем, нами установлено, что у юношей I и II типов в 53% случаев отмечался уровень физического здоровья ниже среднего. У них выявлены низкие показатели индекса Робинсона, свидетельствующего о нарушении регуляции системы кровообращения и низкие величины индекса Скибинского, указывающие на сниженные функциональные возможности системы дыхания и устойчивости организма к гипоксии (Табл.2).

У студентов с умеренным преобладанием автономной регуляции (III тип) в 67% случаев преобладает средний уровень физического здоровья. В 23% случаев выявлен уровень физического здоровья выше среднего, как результат высоких функциональных и адаптивных возможностей организма.

У девушек с умеренным и выраженным преобладанием центральной регуляции (I и II тип) в большинстве случаев отмечается уровень физического здоровья ниже среднего (57% и 63%). У студенток III типа ВР преобладает средний уровень физического здоровья (62%).

Таблица 3.

Показатели уровня физической подготовленности у студентов в зависимости от преобладающей степени активности регуляторных систем организма

Тип ВР	Прыжок с места (м)	Отжимание (кол.раз)	Гибкость (см)	Челночный Бег (сек)	100 м (сек)	2000 м 1000 м (мин)
юноши						
I	210,2±5,8	3,2±0,1	3,5±0,9	7,63±0,07	14,6±0,6	9,86±0,9
II	202,5±10,5	7,2±1,6°	4,1±1,7	7,46±0,11	13,94±0,4	10,5±0,2°
III	214,8±4,9	7,3±1,6*	5,2±1,5	7,34±0,24	14,03±0,2	9,25±0,3*
девушки						
I	146,5±6,1	9,5±2,8	5,1±1,8	9,1±0,2	18,4±0,3	6,2±0,3
II	140,4±4,6	10,6±2,3	5,3±1,8	8,9±0,3	18,4±0,5	5,6±0,3°
III	142,3±6,4	11,8±2,1	6,2±1,9	8,6±0,3	16,9±0,5*	5,1±0,2*

* P<0,05 (достоверность различий между I и III группами)

° P<0,05 (достоверность различий между II и III группами)

Результаты физической подготовленности студентов представлены в таблице 3. Анализ уровня физической подготовленности у студентов выявил, что лучшие резуль-

таты в беге на 1000 м (жен.) и 2000 м (муж.), характеризующие общую выносливость, беге 100 м, определяющем скоростно-силовую подготовленность и тестах на силовую подготовленность (подтягивание у юношей и сгибание-разгибание рук в упоре лежа – у девушек) показали студенты с умеренным преобладанием автономной регуляции.

Таким образом, на этом основании можно сделать вывод, что у студентов с умеренным преобладанием автономного контура управления ритмом сердца (III тип) отмечаются высокие функциональные возможности регуляторных систем, этому состоянию соответствуют высокой физической подготовленности, и наоборот низкие функциональные возможности регуляторных систем, характерные для студентов I и II типа соответствуют низкой физической подготовленности.

Следовательно, наши исследования указывают на тесную взаимосвязь между индивидуально-типологическими особенностями регуляторных систем и уровнем физического здоровья и физической подготовленности у студентов.

Список литературы:

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
2. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. - Ижевск: Филиал издательства Нижегородского университета, 1991. - 418 с.
3. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009.-255 с.
4. Шумихина И.И. Особенности вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики у юных футболистов под влиянием тренировочного процесса // Автореф. дисс., канд. биол. наук. – Киров, 2005. - 19 с.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ УЧАЩИХСЯ ЮГРЫ

Эльман К.А., Филатова Д.Ю., Срыбник М.А., Глазова О.А.
БУ ВО «Сургутский государственный университет»
elmanka@bk.ru

ESTIMATION OF PARAMETERS OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF STUDENTS OF UGRA

Elman K.A., Filatova D.Y., Srybnik M.A., Glazova O.A.
«Surgut state University»

Резюме. Выполнен сравнительный анализ параметров вариабельности сердечного ритма школьников, являющихся коренными и некоренными жителями Югры. анализ выполнялся методом множественных сравнений трёх возрастных подгрупп школьников и методом расчета межкластерных расстояний. Обнаружены различия в динамике возрастных изменений школьников Югры и выявлены отличительные тенденции параметров вариабельности сердечного ритма между коренными и некоренными представителями Севера. В частности, выявлен более высокий адаптационный потенциал у представителей аборигенов в сравнение с пришлым населением.

Ключевые слова: кардио-респираторная система, учащиеся, сердечно-сосудистая систем, вегетативная нервная система.

Summary. We performed a comparative analysis of parameters of heart rate variability of students being indigenous and non-indigenous people of Ugra. analysis was performed by the method of multiple comparisons of the three age groups of schoolchildren and a method of calculating inter-cluster distances. Differences in the dynamics of age-related changes in the

schoolchildren of Yugra and distinctive trends of the parameters of heart rate variability between indigenous and non-indigenous representatives of the North. In particular, the higher the adaptive potential of the representatives of aboriginal people in comparison with the migrant population.

Keywords: cardio-respiratory system, students cardiovascular systems, autonomic nervous system.

Введение. Экологические факторы среды для людей, живущих на севере, являются важнейшими экзогенными факторами, влияющими на различные физиологические процессы и *функциональные системы организма* (ФСО) в целом. Известны перестройки и синхронизации при заболеваниях и действии экофакторов среды, когда они становятся источником возмущений поведения *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) [1-5]. Иногда они бывают преходящими и незначительными, а в некоторых случаях длительными и существенно действующими на здоровье и влияющими на продолжительность жизни. Особенно это проявляется в условиях действия Севера РФ, когда ВСОЧ совершает очень сложные движения в фазовом пространстве состояний [6, 7].

Одной из основных проблем состояния ФСО человека на Севере РФ является ухудшение показателей вегетативной нервной системы и *кардио-респираторной системы* в разные периоды года. Известна связь показателей состояния ФСО и психофизиологических параметров [3, 7]. Следовательно, обучение учащихся школ Югры, проходит в аспекте возможных нарушений параметров ФСО.

Вопросы изучения адаптационных возможностей детского организма к экстремальным экологическим факторам Югры являются актуальным и в этой связи выполнение сравнительного анализа параметров *вариабельности сердечного ритма* (ВСР) у представителей коренного и пришлого населения Югры, составило цель настоящего исследования [1-7].

Объект и методы исследования. Представляем результаты тестирования 150 учащихся (девочек - 75 и мальчиков – 75 чел.) трёх возрастных групп по 25 человек в каждой: 1-я группа -7-10 лет; 2-я группа 11-14 лет; 3-я группа – 15-17 лет. Обследованные были без патологий и жалоб на здоровье (согласно Хельсинской декларации).

В основу наших массовых обследований учащихся был положен принцип мониторинга больших групп населения с использованием авторских программ на ЭВМ. Анализ ВСР проводился на основе данных, получаемых методом вариационной пульсометрии, регистрируемых с помощью сертифицированного прибора – пульсоксиметра «Элокс-01» (ЗАО Инженерно-медицинский центр «Новые Приборы», г. Самара) с соответствующим программным обеспечением. Основным критерием в вариационной пульсометрии являлся показатель колебаний длительности межпульсовых интервалов (*кардиоинтервалы* - КИ) по отношению к среднему уровню.

Статистическая обработка полученных данных производилась с использованием программы *Statistica 6.1*.

Применялись новые методы ТХС, разработанные и запатентованные в СурГУ. Они обеспечили расчет параметров квазиаттракторов (КА) поведения вектора состояния системы $x(t)$ в *фазовом пространстве состояний* (ФПС). Для этих целей динамика кардиоинтервалов быстрым преобразованием Фурье представлялась в виде *амплитудно-частотной характеристики* (АЧХ) и строились фазовые портреты, где в качестве функции (первой координаты) $x_1=x_1(t)$ использовались сами кардиоинтервалы (как функции времени t), вторая фазовая координата $x_2=x_2(t)=dx_1/dt$ являлась скоростью изменения $x_1(t)$. Определение параметров квазиаттракторов основано на расчетах вариационных размахов Δx , для каждой координаты вектора $x(t)$. Определение квазиаттрактора введено на ограниченном временном отрезке t , т.к. биосистема постоянно эволю-

ционирует (параметры квазиаттрактора могут существенно отличаться на различных отрезках времени).

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование параметров ССС детско-юношеского населения Югры показало для младшей возрастной группы доминирование парасимпатического (*PAR*) отдела ВНС над симпатическим (*SIM*) отделом вегетативной нервной системы. Величины *SIM* и *PAR* трёх возрастных групп девочек, имеют сходную динамику (в виде гистограмм).

Установлено, что детско-юношеского население (девочки и мальчики) имеют разную скорость падения *SIM* и нарастания *PAR* (наблюдается только у представительниц женского пола). У девочек мы имеем более плавное падение *SIM* (с 4 до 3,5 у.е.). Такое плавное падение значения *SIM* мы наблюдаем и у мальчиков (с 4 до 3 у.е.) и в этом проявляется специфика возрастных изменений параметров нейро-вегетативной регуляции ССС у этих двух сравниваемых групп. Диаметрально противоположная динамика у *PAR* этих двух возрастных групп: девочки имеют исходно (в молодом возрасте) высокое значение (11,5 у.е.) так же как и с мальчиками (11 у.е. исходно). Однако, в старшем возрасте появляются различия только у представительниц женского пола (11,5 и 13 у.е. соответственно).

Еще более разительные отличия получаются при анализе параметров кардиоинтервалов в двумерном фазовом пространстве состояний, где x_1 - кардиоинтервалы и x_2 - скорость их изменения. На рис.1-I представлен характерный пример таких изменений для девочек разных возрастных групп (испытуемая М₁1, возраст 8 лет, площадь квазиаттрактора $S_1=84100$ у.е., испытуемая Ср₁1, возраст 12 лет, площадь квазиаттрактора $S_2=78400$ у.е., испытуемая Ст₁1, возраст 16 лет, $S_3=77500$ у.е.).

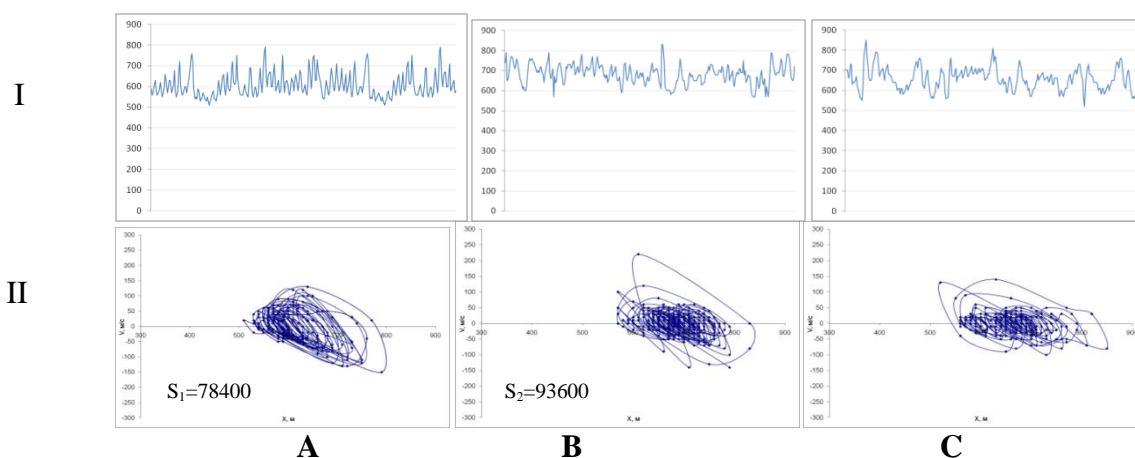


Рис. 1. Примеры динамики кардиоинтервалов $x_1=x_1(t)$ по данным пульсоинтервалографии мальчиков из разных возрастных групп – I и фазовые траектории КА сигнала x_1 на плоскости с координатами x_1 , x_2 – скорость изменения x_1 , $x_2=dx_1/dt$ - II; А – млк $S_3=79200$ растная группа (7-10 лет); В – средняя возрастная группа (11-14 лет); С – старшая возрастная группа (15-17 лет)

Сердечно-сосудистая система испытуемых 1-й и 2-й группы демонстрирует довольно высокую вариабельность, что характерно практически для любого здорового (без явных патологий) человека. Подобная картина справедлива для большинства населения нашей планеты, но она характерна для старшего возраста (от 20-ти до 100 лет). Качественно хаотическую динамику работы ССС представителей 1-й, 2-й и 3-й группы можно увидеть на фазовой плоскости.

Несколько иная динамика наблюдается у мальчиков на рис.2 представлен характерный пример таких изменений для мальчиков разных возрастных групп (испытуемый М₂1,

возраст 7 лет, площадь квазиаттрактора $S_1=78400$ у.е., испытуемый $Ср_21$, возраст 8 лет, площадь квазиаттрактора $S_2=93600$ у.е., испытуемый $Ст_21$, возраст 16 лет, $S_3=79200$ у.е.).

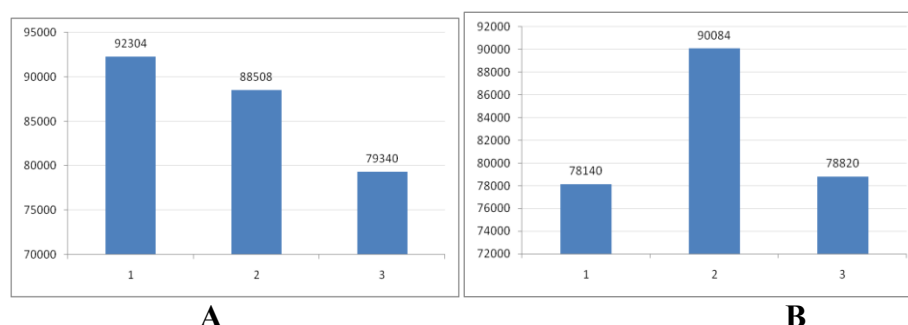


Рис. 2. Усредненное значение площадей квазиаттракторов S для 3-х возрастных групп: **А** – девочки; **В** – мальчики.

Мы использовали стохастический подход в оценке параметров квазиаттракторов кардиоинтервалов (КИ). Фактически, мы применили стохастический подход для оценки хаотической динамики КИ. Подробное рассмотрение статистических закономерностей параметров хаотической динамики КИ этих трех возрастных групп, т.е. их квазиаттракторов, показало существенное различие по параметрам КА.

Наглядно количественные характеристики параметров КА девочек и мальчиков Севера в виде функций S значения площадей КА представлены на рис. 2. Площади трех КА ($\langle S_1 \rangle$, $\langle S_2 \rangle$, $\langle S_3 \rangle$) демонстрируют резкое снижение их размеров при увеличении возраста у представительниц женского пола, что является важной характеристикой эколого-возрастных закономерностей поведения хаотической динамики КИ. Подобных результатов мы у мальчиков не наблюдаем. У них в пубертатном периоде, наоборот наблюдается резкое возрастание S (см. рис. 3).

Выводы. Сравнительный анализ учащихся позволил установить наличие тенденций по ряду параметров variability сердечного ритма к более высокому адаптационному потенциалу у учащихся Югры. При этом тенденции различия ВСР у девочек более выражены, чем в группах мальчиков.

Установлены различия параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма детско-юношеского населения в аспекте возрастных изменений СОШ № 4 г. Сургута: учащиеся старшей возрастной группы девочек демонстрируют меньшие объемы квазиаттракторов; учащиеся средней возрастной группы мальчиков демонстрируют наибольший объем квазиаттракторов в сравнении с младшей и старшей возрастными группами.

При этом активность парасимпатического кардио-ингибиторного центра снижается, и вагосимпатический баланс с возрастом смещается в сторону повышения активности симпатического отдела ВНС.

Список литературы:

1. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Хадарцев А.А., Чантурия С.М., Шипилова Т.Н. Идентификация параметров порядка при женских патологиях в аспекте системного синтеза // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5. № 3. С. 630-633.
2. Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 106-110.

3. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4(20). С. 66-73.
4. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечнососудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59-63.
5. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2016. № 2.
6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44 – 51.
7. Филатов М.А., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова-Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 24-32.

ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА У СТУДЕНТОВ В РАЗНЫЕ УЧЕБНЫЕ ПЕРИОДЫ

Яковенко О.В., Бурт А.А.

ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия», Ижевск
patofiz@igma.udm.ru

ASSESSMENT OF THE VEGETATIVE TONE AT STUDENTS DURING THE DIFFERENT EDUCATIONAL PERIODS

Yakovenko O. V., Burt A. A.

The Izhevsk state medical academy, Izhevsk

Резюме. В последнее десятилетие наблюдается стойкое ухудшение состояния здоровья студенческой молодежи, с отрицательной динамикой к старшим курсам. Особенно «ярко» эти тенденции проявляются по отношению к студентам медицинских ВУЗов. С целью определения адаптационных возможностей организма обучающейся молодежи проведена оценка исходного вегетативного тонуса у студентов в разные учебные периоды.

Ключевые слова: студенты, вариабельность сердечного ритма, учебные периоды, уровень здоровья.

Summary. Persistent deterioration of health with negative dynamics to senior course is observed in last decade. This tendencies very strong manifest against to the undergraduates of medical University. Assessed initial vegetative tonus of the students in different academic periods, in order to determine the adaptive capacity of their physique.

Keywords: students, heart rate variability, academic periods, level of health.

Введение. При анализе причин снижения уровня здоровья и адаптационных возможностей студентов медиков одно из ведущих мест занимают психоэмоциональное напряжение и стрессы. Наиболее стрессогенными ситуациями во время учебы являются периоды сессии и сдачи экзаменов [4;6]. При этом адаптационные резервы организма можно оценить при комплексном изучении активности вегетативной нервной системы. Активность ВНС и адаптационные возможности текущего состояния определить по вариабельности сердечного ритма [1].

Материалы и методы исследования. У 200 студентов медицинской академии разных курсов проведен математический анализ сердечного ритма с помощью аппарат-

но-програмного комплекса «Варикард 2.52» и программы «Уиским-6» и оценены функциональные резервы организма [5]. Все испытуемые составили 3 практически равные группы: первокурсники, студенты третьего и выпускного курсов. У каждого молодого человека, участвующего в исследовании оценку variability сердечного ритма проводили дважды: в течение семестра и в период выраженного психоэмоционального напряжения во время экзаменационной сессии.

Статистическая обработка материалов проводилась на ПК Pentium-II MMX в среде Windows XL Microsoft Office 2008 (MS Excel). Применялись методы вариационной статистики с вычислением средней арифметической (M), и ее ошибки (m). Достоверность полученных результатов оценивалась по критериям Стьюдента и Пирсона (χ^2) [2].

Результаты исследования и их обсуждение. У студентов 1-го курса в период учебного семестра частота сердечных сокращений в среднем составила $70,01 \pm 0,92 \text{ сек}^{-1}$; среднее значение кардиоинтервала (RR) на ЭКГ – $870,75 \pm 10,0 \text{ мс}^{-1}$; значение активности парасимпатической нервной системы ($PNN50$) – $36,86 \pm 2,22 \%$; показатель стресс-индекса (SI) – $74,37 \pm 5,6$ усл. ед.; а показатель ПАРС составил $4,09 \pm 0,16$ усл. ед., что соответствует донозологическому состоянию.

В период экзаменационной сессии у студентов 1-го курса отмечается повышение частоты сердечных сокращений (HR , сек^{-1}), и она составила уже в среднем $74,1 \pm 1,28 \text{ сек}^{-1}$, следовательно, произошло уменьшение среднего значения кардиоинтервалов (RR) до $825,01 \pm 13,31 \text{ мс}^{-1}$; также снизился показатель парасимпатической нервной системы ($PNN50, \%$) и составил $28,68 \pm 2,46 \%$, при этом значительно увеличился стресс индекс (SI) до $95,34 \pm 9,43$ усл. ед.; а показатель составил ПАРС $3,89 \pm 0,17$ усл. ед., что соответствует границе между здоровым и донозологическим состояниями.

У студентов 3-го курса в период учебного семестра частота сердечных сокращений оставалась практически на таком же уровне, что и у студентов 1-го курса в период экзаменационной сессии и составляла $75,28 \pm 1,37 \text{ сек}^{-1}$; среднее значение кардиоинтервалов ($MEAN$) составило $819,86 \pm 14,97 \text{ мс}^{-1}$; также наблюдается тенденция к снижению показателя активности парасимпатической нервной системы ($PNN50$) до $23,33 \pm 2,43 \%$; отмечается значительный прирост стресс-индекса, который уже превысил нормальные значения и достиг отметки $123,47 \pm 10,95$ усл. ед.; показатель ПАРС оставался на уровне, соответствующем донозологическому состоянию – $4,0 \pm 0,18$ усл. ед.

В период экзаменационной сессии у студентов 3-го курса отмечается значительный прирост частоты сердечных сокращений (HR) до $86,32 \pm 1,29 \text{ сек}^{-1}$, что превышает нормальные значения в покое, соответственно снизилось среднее значение кардиоинтервалов ($MEAN$) и составило $723,67 \pm 11,45 \text{ мс}^{-1}$; также зарегистрировано резкое (практически в 2 раза по сравнению с семестром) снижение показателя активности парасимпатической нервной системы, который уже на высоте учебной сессии составил $13,28 \pm 1,48 \%$; а значение стресс-индекса значительно повысилось до $188,9 \pm 13,66$ усл. ед.; показатель ПАРС также соответствовал донозологическому состоянию и регистрировался на уровне $4,80 \pm 0,13$ усл. ед. Однако, это наиболее выраженное отклонение показателя от нормы среди исследуемых групп.

В период учебного семестра у студентов 6-го курса показатели, практически аналогичны начальному курсу: частота сердечных сокращений составила $69,89 \pm 1,86 \text{ сек}^{-1}$; среднее значение кардиоинтервалов ($MEAN$) было на уровне $881,16 \pm 23,45 \text{ мс}^{-1}$; показатель активности парасимпатической нервной системы был несколько ниже, чем у первокурсников, но значительно увеличился по сравнению со значениями на 3-м курсе и составил $25,58 \pm 3,6 \%$; а стресс-индекс оставался на довольно высоком уровне, но значи-

тельно снизился относительно 3-го курса $-126,53 \pm 32,02$ усл. ед.; показатель ПАРС оставался на уровне соответствующем донозологическому состоянию $-4,0 \pm 0,3$ усл. ед.

В период сдачи государственных экзаменов у студентов 6-го курса по сравнению с периодом семестра отмечается прирост частоты сердечных сокращений до $73,59 \pm 2,09$ сек⁻¹; снижение среднего значения кардиоинтервалов (*MEAN*) до $836,15 \pm 22,71$ мс⁻¹; значение показателей активности парасимпатической нервной системы и стресс-индекса изменяются мало и составляют $22,14 \pm 3,52$ % и $128,59 \pm 26,47$ усл. ед. соответственно, но происходит снижение показателя ПАРС до $3,79 \pm 0,31$ усл. ед. что соответствует уже состоянию здоровья.

Таблица 3.

Показатели variability сердечного ритма у студентов исследуемых групп в покое

п/п	Показатели ВСР	Период учебного семестра			Период экзаменационной сессии		
		I курс	III курс	VI курс	I курс	III курс	VI курс
1.	<i>HR</i> , сек ⁻¹	$70,01 \pm 0,92$	$75,28 \pm 1,37\#\#$	$69,89 \pm 1,86\#$	$74,1 \pm 1,28^{**}$	$86,32 \pm 1,29^{***}\#\#\#$	$73,59 \pm 2,09\#\#\#$
2.	<i>MEAN</i> , мс ⁻¹	$870,75 \pm 10,0$	$819,86 \pm 14,97\#\#$	$881,16 \pm 23,45\#\#$	$825,01 \pm 13,31^{**}$	$723,67 \pm 11,45^{***}\#\#\#$	$836,15 \pm 22,71\#\#\#$
3.	<i>Xmin</i> , мс ⁻¹	$707,28 \pm 8,3$	$680,98 \pm 10,5\#$	$716,39 \pm 21,87$	$670,56 \pm 13,54^{*}$	$609,85 \pm 8,31^{***}\#\#\#$	$670,82 \pm 21,10\#\#\#$
4.	<i>Xmax</i> , мс ⁻¹	$1054,24 \pm 14,06$	$973,33 \pm 18,69\#\#\#$	$1029,61 \pm 29,91$	$1066,93 \pm 52,51^{**}$	$903,00 \pm 23,51^{*}\#\#$	$1088,09 \pm 107,74$
5.	<i>PNN50</i> , %	$36,86 \pm 2,22$	$23,33 \pm 2,43\#\#\#$	$25,58 \pm 3,6\#\#$	$28,68 \pm 2,46^{*}$	$13,28 \pm 1,48^{***}\#\#\#$	$22,14 \pm 3,52$
6.	<i>SI</i> , усл. ед.	$74,37 \pm 5,6$	$123,47 \pm 10,95\#\#\#$	$126,53 \pm 32,02$	$95,34 \pm 9,43$	$188,9 \pm 13,66^{***}\#\#\#$	$128,59 \pm 26,47\#$
7.	<i>HFP</i> , %	$53,16 \pm 1,62$	$45,14 \pm 1,86\#\#$	$50,09 \pm 3,1$	$49,43 \pm 1,9$	$31,77 \pm 1,58^{***}$	$44,89 \pm 3,42\#\#\#$
8.	<i>LFP</i> , %	$33,17 \pm 1,34$	$37,02 \pm 1,45$	$33,81 \pm 2,16$	$34,64 \pm 1,39$	$49,37 \pm 1,41^{***}\#\#\#$	$37,41 \pm 2,43\#\#\#$
9.	<i>VLFP</i> , %	$13,67 \pm 0,72$	$17,85 \pm 1,04\#\#\#$	$16,10 \pm 1,49$	$15,93 \pm 1,17$	$18,86 \pm 0,75$	$17,69 \pm 1,61$
10	<i>IC</i> , усл. ед.	$1,14 \pm 0,09$	$1,67 \pm 0,15\#\#$	$1,63 \pm 0,34$	$1,33 \pm 0,13$	$4,63 \pm 0,38^{***}\#\#\#$	$1,92 \pm 0,31\#\#\#$
11	ПАРС, усл. ед.	$4,09 \pm 0,16$	$4 \pm 0,18$	$4 \pm 0,31$	$3,89 \pm 0,17$	$4,80 \pm 0,13^{***}\#\#\#$	$3,79 \pm 0,31^{*}\#\#$

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – для сравнения показателей ВСР в пределах одного курса в период учебного семестра и экзаменационной сессии.

$p < 0,05$; ## $p < 0,01$; ### $p < 0,001$ - для сравнения показателей ВСР между студентами разных курсов в период учебного семестра и экзаменационной сессии.

Анализ полученных показателей выявил, что наибольшие изменения исходного вегетативного тонуса у студентов между периодами учебного семестра и экзаменационной сессией наблюдаются у молодых людей, обучающихся на 1 и 3-м курсах. Эти изменения отражаются в показателях ВСР: *HR*, *MEAN*, *Xmin*, *Xmax*, *PNN50*. (Табл. 3). При этом изменения в физиологических параметрах у студентов 3-го курса во время сессии наиболее выражены и зачастую превышают нормальные значения.

Анализируя полученные показатели ВСР между различными курсами, мы наблюдаем наибольшие изменения между данными 1 и 3-го курса, это достоверно отражается

в показателях: *HR, MEAN, Xmin, Xmax, PNN50, %, SI, LFP, IC, ПАРС*. Показатель *HR* (частота сердечных сокращений) в период семестра и сессии достоверно увеличивается у студентов третьего курса по сравнению с первым, при этом к 6-му курсу ЧСС достоверно снижается, существенно не отличаясь от показателей начальной группы.

Показатели стресс-индекса в период экзаменационной сессии достоверно увеличивались у представителей третьего и шестого курса. При этом у выпускников данный показатель был достоверно ниже, чем у третьекурсников.

При анализе показателя ПАРС по системе «Светофор» установлено, что данный показатель достоверно увеличивается у студентов 3-го курса относительно 1-го во время сессии. Это свидетельствует об увеличении вовлечения регуляторных систем в процесс адаптации студентов к экзаменационному стрессу и соответствует донологическому состоянию. К 6-му курсу показатель ПАРС значительно снижается и происходит восстановление регуляторных систем до начального уровня. Исходный -семестровый уровень ПАРС студентов 1-го и 6-го курсов оказался выше, чем последующий, во время сессии. Наблюдаемые изменения у студентов первокурсников можно объяснить сменой привычного жизненного уклада и психоэмоциональной напряженностью при поступлении в ВУЗ, у шестикурсников волнением перед сдачей государственных экзаменов и перспективами профессио-нального будущего.

При оценке парциального вклада различных видов волн отмечено, что у студентов 3-го курса по сравнению с учащимися 1-го курса в период семестра увеличиваются показатели: *LFP* и *VLFP*, свидетельствующие соответственно о повышении активности симпатического звена нервной системы и возрастании активности подкорковых структур. Значительный прирост парциального вклада симпатических волн (*LFP*) отмечен в этой же группе и в период сессии.

Заключение. Таким образом, результаты исследования ВСР у студентов разных курсов медицинской академии показали, что исходный вегетативный тонус обучающихся на 1-м курсе до 1-ой экзаменационной сессии значительно ниже, чем у студентов 3-го курса и соответствует показателям выпускников. При этом, студенты 3 курса в период учебы имеют стойкое повышение вегетативного тонуса, сопровождающееся напряжением адаптационных систем, наиболее выраженным в период сессии.

Список литературы:

1. 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, 597с.
2. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика.- СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2003.- С. 255-258.
3. Зелезинская Г.А., Коренько П.Н. Кравченко М.А. Качество жизни студентов медиков и клинических ординаторов // Медицинский журнал МГТУ, 2006. № 4, С. 20-26.
4. Шаханова А.В., Глазун Т.В. Образование и здоровье: физиологические аспекты. – Майкоп: АГУ, 2008. -195 с.
5. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография.- Ижевск: УдГУ, 2009.- 255с.
6. Щербатых Ю.В. Психология стресса и методы коррекции.- СПб.: Питер, 2006.- 256с.

РАЗВИТИЕ E-HEALTH ТЕХНОЛОГИЙ И НОСИМЫХ ГАДЖЕТОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ФУНКЦИЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ В ПОКОЕ И ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Ярмолинский В.И.¹, Луневи́ч А.Я.², Глухов Ю.Ф.³

¹ Белорусский государственный университет (БГУ), Минск

² ОДО «Диатроник», Минск

³ ЗАО «Компания ЭЛТА», г. Москва

Yarmolinskiy@bsu.by

DEVELOPMENT OF E-HEALTH TECHNOLOGIES AND WEARABLE GADGETS FOR SELF-CHECKING OF FUNCTIONS OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM AT REST AND IN CASE OF PHYSICAL ACTIVITIES

Yarmolinsky V.I.¹, Lunevich A. Y.², Glukhov Yu. F.³

¹ Belarusian State University (BSU), Minsk

² ODO Diatronik, Minsk

³ CJSC ELTA Company, Moscow

Резюме. В статье представлены результаты многолетних исследований по обоснованию системы срочного самоконтроля и дистанционного консультирования лиц, нуждающихся в наблюдении за состоянием кардиореспираторной системы. В основе оценок состояния сердца лежат анализ ЭКГ и вариабельности сердечного ритма, изученные авторами у различных групп населения, в том числе у спортсменов. Созданные приборы, мобильные и компьютерные приложения дают возможность проводить групповые исследования, осуществлять ночной мониторинг, вести личный кабинет, проводить перекрестные консультации у специалистов. Планируется расширить палитру приборов, пригодных для домашнего использования.

Ключевые слова: E-health технология, кардиореспираторная система, носимые гаджеты.

Summary. The article represents the results of long-term research of the substantiation of urgent self-control system and remote consultation of people needed in monitoring the state of cardiorespiratory system. In the basis of heart assessment is lying the analysis of electrocardiogram and heart rate variability that was studied by authors in different groups of population including the athletes. Created devices, mobile and computer application provide the opportunity to conduct group researchers, night monitoring, use a personal area, implement cross-consultation with specialists. We plan to expand the palette of handheld devices, which is convenient to use at home.

Keywords: E-health technology, the cardiorespiratory system, the wearable gadgets.

Введение. Развитие технологий срочного и удаленного мониторинга здоровья населения диктуется как объективными условиями (прежде всего - растущей смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний), так и инновациями в мире электроники и информационных систем, открывающими новые возможности в проектировании диагностических устройств и телемедицинских комплексов. Разработка домашних и носимых электронных приборов, умных часов, фитнес-браслетов, кардиомониторов, передающих данные на смартфон или web-портал – уже не дань моде, а кропотливая и целенаправленная работа, в которую вовлечены сотни компаний мира. Их цель - занять ведущее место на рынке и участвовать в создании систем глобального мониторинга здоровья целых стран и континентов. Острая конкуренция развивается не только среди разработчиков мобильных приложений и web-сервисов, но и создателей новых конструкций приборов и биодатчиков. Сегодня на рынке существует около 50 модифика-

ций портативных устройств для контроля за работой сердца, а объемы продаваемой электронной техники достигли почти 100 млн. шт. Однако пока фитнес-браслеты не могут заменить профессиональные электрокардиографы и серьезно помочь спортсменам. Хотя бы потому, что измерение ЧСС большинство моделей осуществляет формально, с низкой достоверностью, а на анализ variability ритма сердца (BPC) вообще не претендует. С другой стороны, самый компактный электрокардиограф, связанный со смартфоном, не может считаться носимой техникой, так как обременяет пациента множеством электродов, заплетающимися кабелями и необходимостью выхода в интернет для получения диагностических заключений.

Отсюда можно предвидеть тенденции развития носимых кардиографов – это дальнейшее снижение весогабаритных характеристик и энергопотребления, возложение функций анализа и интерпретации ЭКГ и BPC на смартфон, преобразование конструкции в более удобную для ношения форму (браслет, «авторучка», «ошейник», «майка» и т.п.), с минимизацией проводов, использованием негальванических (не раздражающих кожу) электродов, постепенный выход на режим *on-line* обработки ЭКГ с выдачей голосовых сообщений и рекомендаций. Проблемной зоной пока остаются помехи от активных мышечных движений и алгоритмы привязки к нагрузочной ЭКГ. Говоря о спортсменах, следует отметить разногласия в оценках диапазонов BPC в нагрузке и допустимых отклонений элементов ЭКГ в фазе высокого физического напряжения.

Цель настоящей работы – раскрыть результаты десятилетних наблюдений за физическим состоянием студентов БГУ, в числе которых – студенты специальных медицинских групп и атлеты с мировым именем, а также показать эволюцию развития собственных приборов для экспресс-контроля BPC. Разработка консультативного интернет-портала для студентов, спортсменов, кардиологических больных, операторов ответственных производств – это, пожалуй, вершина той совместной работы, которую выполняют наши организации в интересах сотрудничества и совместного решения проблем страховой и спортивной медицины, физического воспитания студентов, а также профилактики внезапной смерти спортсменов.

Методы исследования и проектирования – анализ научной литературы и мировых технических разработок, компьютерное проектирование, макетирование, создание опытных образцов приборов и их апробация в учебно-тренировочном процессе.

Результаты и обсуждение. Напомним, что основная часть «внезапных» летальных исходов у спортсменов приходится на первые часы после завершения тренировки (более 90%), а основной причиной смерти остается острая сердечная недостаточность [1, 4]. По данным спортивных врачей, примерно 30% спортсменов нуждаются в тщательном контроле ЭКГ, причем у 1 % отклонения носят опасный, патологический характер. Самоконтроль ЭКГ, обеспечение дистанционной диагностики, профессионального консультирования всех, кто занимается физическими упражнениями, признается одним из наиболее надежных путей сохранения здоровья и подбора оптимальных физических нагрузок. Очень важно найти решения для массового кардиологического мониторинга в системе физического воспитания учащихся и студентов, обеспечения преподавателей и тренеров доступными инструментами для оперативного контроля их состояния.

Первый опыт исследования показателей сердечного ритма и ЭКГ в нагрузке нами был приобретен еще в 80-е годы, когда по инициативе доцента БГУ А.И. Завьялова А.И. на кафедре физического воспитания и спорта проводились исследования физиологии работы сердца среди высококвалифицированных борцов и штангистов [2]. Участвуя в этой работе, мы обратили внимание на несовершенство электрокардиографической техники и необходимость создания более точных и удобных ритмокардиоанализаторов и программ анализа ЭКГ.



Рисунки 1-4. – Кардиостресс-тестер «Сателлит» и его использование в учебном процессе (фото А. Шелегова, ж-л «Спорт-тайм», № 1, 2015)

В 1998-2005 гг., благодаря созданию цифрового экспресс-анализатора частоты пульса «Олимп» и прибора для непрерывной регистрации пульсовых реакций «Вектор» мы стали проводить массовые исследования показателей сердечной деятельности среди студентов, спортсменов и у более широкого контингента людей - от дошкольников до лиц преклонного возраста, в различных функциональных состояниях (покой, нагрузка, стресс, болезнь и др. [3, 5, 7]. Были установлены закономерности изменения простейших показателей ВРС и степень влияния на них различных возмущающих факторов [6, 8].

Инновации сегодняшнего дня выражаются в создании портативного электрокардиографа-стрессметра «Сателлит», показанном на рисунках 1-4). Он может использоваться в самых различных сферах деятельности – образовании, здравоохранении, спорте, туризме, домашнем самоконтроле, наблюдении за человеком-оператором [9-11]. Ведутся работы по созданию подобных гаджетов для неинвазивного (биоимпедансного) контроля гемодинамики и легочных функций спортсменов [12].

Основными элементами разработанной системы удаленного доступа являются названный прибор, мобильное приложение пользователя CardioGuard «Satellit», мобильное приложение консультанта CardioObserver «Satellit Pro», базовый web-портал с сервисными компьютерными программами, а также дополнительные компьютерные приложения для организаций и частных пользователей (база данных, программы для самотестирования и др.). Основное назначение системы - дистанционная экспресс-диагностика сердечно-сосудистых и вегетативных нарушений, обеспечение самоконтроля здоровья при физической подготовке. Кроме того, планируется техническая и методическая поддержка спортсменов и лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой, контроль уровня стресса на производстве (сбор данных о состоянии диспетчеров и операторов), оказание услуг пенсионерам, сопровождение лиц, выезжающих в командировку, за границу и т.д. Следует отметить высокую метрологию, помехозащищенность миниатюрность прибора, которым можно снять полноценную электрокардиограмму (последовательно – все 12 стандартных отведения), получить на экране численные значения ЧСС, стресс-индекса и вариационного размаха пульса, осуществить ряд нагрузочных проб, раскрывающих физическую подготовленность. Для этого используются мобильные приложения, устанавливаемые на смартфон пользователя, а также компьютерные программы, принимающие данные с группы приборов

по встроенному радиоканалу. Измеренные параметры и ЭКГ могут пересылаться врачу-консультанту через E-mail, Skipe или Viber, транслироваться на планшет или мобильный телефон тренера, преподавателя. Если пользователь зарегистрировался web-портале и создал личный кабинет, его данные будут просмотрены и прокомментированы профильными специалистами (кардиологами, спортивными врачами, опытными тренерами и т.д.).

В данный момент ведутся работы по установке на портале программ автоматического анализа сердечного ритма и ЭКГ, необходимых для ночного мониторинга, сопровождения нагрузочных проб и др. Поэтому накануне занятий тренер, преподаватель смогут ознакомиться с текущим состоянием членов своей группы и приступить к тренировке с необходимым дифференцированным подходом.

Заключение. Анализируя популярные гаджеты, мобильные приложения и web-сервисы, можно отметить, что их функции пока мало отвечают медицинским и педагогическим требованиям, и предназначены скорее для стимулирования физической активности пользователей. Поэтому важно создать специализированные приборы, браслеты и интеллектуальные приложения, выявляющие динамику более информативных показателей, в частности – ЭКГ, ВРС и иных физиологических сигналов. Эти приложения должны решать задачу *on-line* анализа и интерпретации трендов, давать голосовые сообщения об истощении ресурсов организма и необходимости принятия профилактических мер.

Оптимизация объема, периодичности и характера физических нагрузок спортсменов, обеспечивающая сохранение здоровья и рост двигательных результатов, напрямую связана с персональными темпами восстановления, особенностями питания и отдыха, психологическим статусом, резервами регуляции и др. Готовность к выполнению очередной тренировки должна подтверждаться объективными критериями, чтобы избежать перенапряжения и возможного срыва адаптации. Поэтому нельзя сомневаться в том, что в носимых приборах ближайшего будущего появятся новые показатели, будет создан канал биообратной связи с индивидуально корректируемой программой, автоматическим выявлением фаз утомления и суперкомпенсации. Эти разработки крайне важны не только для начинающих спортсменов, но и членов национальных спортивных команд.

Список литературы:

1. *Гаврилова, Е.А.* Внезапная смерть в спорте и ее профилактика (научный обзор) / Е.А. Гаврилова // Терапевт. – 2014 – № 12 – С. 57-63.
2. *Завьялов, А.И.* Новые теории деятельности сердца и мышечного сокращения: монография / А.И. Завьялов // Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. - Красноярск, 2015 - 387 с.
3. *Коледа, В.А.* Основы мониторинга функционального и физического состояния студентов / В.А. Коледа, В.А. Медведев, В.И. Ярмолинский // Минск: БГУ, 2005. 127 с.
4. *Макарова, Н.В.* Профилактика внезапной смерти у спортсменов высшего мастерства в Республике Саха (Якутия) / Н.В. Макарова, И.А. Пинигина, Е.Н. Местникова, С.П. Винокурова // Теория и практика физической культуры - 2015 - № 10. - С. 73-75.
5. Разработка целевых методик индивидуального дозирования физических нагрузок с применением программируемых микроконтроллеров ЧСС / Заключ. отчет о НИР (№ г.р. 20001968). Науч. рук. – к. т. н. В.И. Ярмолинский. - Мн.: БГУ, 2002. - 115 с.
6. *Федорчук, М.С.* Новые физиологические критерии дозирования физических нагрузок при развитии общей выносливости / М.С. Федорчук, В.И. Ярмолинский // Актуальные проблемы высшей школы по подготовке специалистов в области физической культуры и спорта (менеджмент, право, педагогика) : материалы межд. научно-практ. конф. (7 февр. 2012 г., БГЭУ). - Мн., БГАТУ, 2012. – С. 117-120.

7. *Ярмолинский, В.И.* Функциональный контроль в физическом воспитании студентов: опыт, инновации, перспективы / В.И. Ярмолинский, А.Я. Луневич, Ю.Ф. Глухов // Научно-педагогические школы в сфере спорта и физического воспитания: материалы I Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. участием – М.: РГУФКСМиТ, 2016. С.157-170.
8. *Ярмолинский, В.И.* Особенности исследования и интерпретации показателей вариабельности ритма сердца в учебно-тренировочном процессе / В.И. Ярмолинский // Вопросы физического воспитания студентов вузов: сб. науч. статей, вып.6. - Мн.: БГУ, 2007. - С.112-121.
9. *Ярмолинский, В.И.* Технологии самоконтроля, минимизирующие риски перенапряжения и внезапной смерти спортсменов / В.И. Ярмолинский, В.В. Чикунов, А.Я. Луневич, Ю.Ф. Глухов // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности»: сб. статей (материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 13-14 февр. 2014 г.) Мн: БНТУ, 2014. С. 5-10.
10. *Ярмолинский, В.И.* Проектирование системы срочного и удаленного кардиологического мониторинга спортсменов / Ярмолинский В.И., Глухов Ю.Ф., Луневич А.Н., Староселец В.С. // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности [Электронный ресурс]: сб. статей (материалы IV Межд.. науч.-практ. конф., 18-19 февр. 2016 г.) – Мн., БНТУ, 2016.- С.65-71.
11. *Ярмолинский, В.И.* Гаджеты и мобильные приложения для оперативного контроля здоровья и работы сердца / В.И. Ярмолинский // Актуальные проблемы физического воспитания, спорта и туризма: сб. статей (материалы VI Междунар. научн.-практ. конф., 6-7 октября 2016 г.). г. Мозырь: МГПУ им. Шамякина, 2016. - С. (в печати).
12. *Ярмолинский, В.И.* Биоимпедансный метод и аппаратура для неинвазивного исследования вентиляционной функции легких: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.11.17. / В.И. Ярмолинский. М.: ВНИМП, 1992. - 24 с.

Научное издание

**Ритм сердца и тип вегетативной регуляции
в оценке уровня здоровья населения
и функциональной подготовленности спортсменов**

Материалы VI всероссийского симпозиума
с международным участием, посвященного 85-летию образования
Удмуртского государственного университета

11-12 октября, 2016 г

Ответственные редакторы: Н.И. Шлык, Р.М. Баевский
Компьютерный набор и верстка:
Ю.С. Николаев, Д.И. Кузнецова
Оформление обложки: Ю.С. Николаев

Авторская редакция

Издательский центр «Удмуртский университет»,
426034, Ижевск, Университетская, 1, корп. 4, каб. 207