Дата публикации: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_12
УДК [796.056.2; 796.52]; 612.172.2

Publication date: 01.12.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_12
UDC [796.056.2; 796.52]; 612.172.2

ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТАЦИОННО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СКАЙРАННИНГОМ

С.М. Рябцев, Т.А. Жмурова
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

Аннотация. Анализ научной литературы определяет экстремальные виды спорта как доступные средства физической рекреации. На сегодняшний день популярным видом экстремального спорта является скайраннинг, при этом ряд авторов отмечает существенное влияние интенсивных нагрузок на функциональное состояние организма занимающихся, обусловленное сложными условиями среды. Вместе с тем, недостаточность исследований, характеризующих влияние занятий скайраннингом на функциональное состояние организма спортсменов, определяет актуальность проведения настоящих исследований. Цель работы – определение особенностей адаптационно-приспособительных реакций кардио-респираторной системы студентов в условиях воздействия на организм факторов экстремального вида спорта на различных этапах эксперимента. Тренировочный процесс занятий скайраннингом обуславливает перестройку физиологических функций, что отразилось в повышении функциональных возможностей систем организма обследуемых экспериментальной и контрольной групп. Включение дыхательной гимнастики в тренировочный процесс занятий скайраннигом экспериментальной группы обуславливает повышение возможностей адаптационно-приспособительных реакций функциональных систем организма. Так, характерным для обследуемых экспериментальной группы явилось формирование физиологически рационального паттерна дыхания, что предполагает повышение адаптационных резервов системы внешнего дыхания в условиях соревновательных нагрузок. Вместе с тем, характерным для обследуемых экспериментальной группы является вегетотип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции сердечного ритма, при этом определено соответствие диапазону средней границы оптимального состояния автономного контура.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, спирометрия, адаптация, студенты, скайраннинг.

ADAPTIVE REACTIONS OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF STUDENTS ENGAGED IN SKYRUNNING

S.M. Ryabtsev, T.A. Zhmurova
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Abstract. The scientific literature analysis defines extreme sports as an accessible way of physical recreation. To date, skyrunning is a popular extreme sport, while a number of authors note the significant impact of intense loads on the functional state of the body of those engaged due to difficult environmental conditions. At the same time, the insufficiency of studies characterizing the effect of skyrunning on the functional state of an athlete's body determines the relevance of our study. Objective: to identify the features of adaptation and adaptive reactions of the cardiorespiratory system of students under the conditions of extreme sports at various stages of the experiment. The training process of skyrunning causes the restructuring of physiological functions, which was reflected in the increase of functional capabilities of the body systems of the experimental and control groups. Inclusion of respiratory gymnastics in the training process of the experimental group causes an increase in the capabilities of adaptation and adaptive reactions of body functional systems. Thus, the formation of physiologically rational respiratory pattern was typical for the subjects of the experimental group, which implies an increase in the adaptive reserves of the external respiratory system in conditions of competitive activity. At the

same time, the type with moderate predominance of the autonomous circuit of heart rate regulation is typical for the experimental group subjects. In addition, we have found that the range corresponds to the average threshold of the optimal state of the autonomous circuit.
Keywords: heart rate variability, spirometry, adaptation, students, skyrunning.

Введение. К настоящему времени отмечаются повышающийся интерес и широкое применение экстремальных видов спорта как доступного средства физической рекреации, что определено в работах Агаджаняна Н.А., Кислицына А.Н., Рябцева С.М., Квашина А.П., Brymer E., Schweitzer R. [1-4], направленных на исследование психофизиологических аспектов влияния факторов активного отдыха с использованием эмоционально насыщенных воздействий на функциональное состояние человека. На сегодняшний день популярным видом экстремального спорта является скайраннинг, при этом ряд авторов отмечает существенное влияние интенсивных нагрузок на функциональное состояние организма занимающихся, обусловленное сложными условиями среды [5-7]. Вместе с тем, авторы Денисевич А.Н., Мартиросова Т.А. отмечают недостаточность исследований, характеризующих влияние занятий скайраннингом на функциональное состояние организма спортсменов [8, 9].

Как известно, по данным Агаджаняна Н.А., Северина А.Е., комплексное влияние факторов экстремальных видов спорта, оказывая воздействие на целостный организм, определяет кардио-респираторную систему как универсальный индикатор функциональных резервов и компенсаторно-приспособительных функций организма [10].

На основании вышеизложенного, цель работы – определение особенностей адаптационно-приспособительных реакций кардио-респираторной системы студентов в условиях воздействия на организм факторов экстремального вида спорта на различных этапах эксперимента.

Методы и организация исследования. В настоящем исследовании принимали участие 42 студента в возрасте 20-22 лет (21,6+0,8 лет) основной группы здоровья, занимающихся по дисциплине «Физическая культура» на элективных курсах в секции «скайраннинг» спортивного клуба университета. Эксперимент продолжительностью 80 недель включал IV этапа, продолжительность каждого из них составляла 20 недель. В случайном порядке все студенты были разделены на экспериментальную (n=23) и контрольную группы (n=19).

Тренировочные занятия для всех студентов проводились 3 раза в неделю, длительность – 90 минут. Для студентов экспериментальной группы подготовительная часть занятий включала выполнение дыхательных упражнений (10 минут), направленных на освоение и закрепление навыка диафрагмального типа дыхания [11] и общеразвивающие упражнения (10 минут), контрольная группа студентов выполняла только общеразвивающие упражнения (20 минут). Основная часть тренировочного занятия экспериментальной и контрольной групп включала бег по пересеченной местности в зоне нагрузки умеренной мощности (60 минут). В заключительной части тренировочного занятия для всех спортсменов применялись физические упражнения на восстановление (10 минут).

Исследовательская часть работы проводилась на базе ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», в условиях научной лаборатории психофизиологических и функциональных исследований, отвечающей требованиям безопасности во время выполнения исследовательских работ, этических норм и гуманности (Хельсинкская декларация, 2000 г., Директивы Европейского сообщества 86/609) и в соответствии с действующими СанПиН. Для достижения поставленной цели проводили исследования функционального состояния студентов на каждом этапе эксперимента. С целью оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов применяли аппаратно-программный комплекс «Поли-Спектр.NET» с применением кардиорегистратора «Поли-Спектр ‑ 8/ЕХ»

(ООО «Нейрософт», Россия). Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оценивали на основании показателей временной и спектральной областей метода вариабельности сердечного ритма [12]. Регистрация электрокардиографии во втором стандартном отведении проводилась во временной период с 9 до 12 часов. Протокол исследования включает две пробы после 5 минут отдыха: фоновая (5 минут) в положении лежа и ортостатическая (6 минут) в момент перехода испытуемого в положение стоя [13]. Оценка системы внешнего дыхания осуществлялась с применением аппаратно-программного комплекса «Валента», разработанного научно-производственным объединением НЕО (г. Санкт-Петербург, Россия), исследование проводилось по методике программного обеспечения комплекса. До начала исследований у всех обследуемых определяли длину и массу тела, средгрупповое значение которых составили 176,3±1,3 см и 76,6±0,7 кг соответственно.

С помощью пакета стандартных статистических программ Statistica 6.0 выполнялась обработка накопленной базы данных с определением среднего арифметического (M), стандартной ошибки (m). Для оценки достоверности различий использовались стандартные значения Т-критерия Стьюдента, вычисление темпа прироста значений показателей проводили с использованием формулы Броуди.

Результаты исследования и их обсуждение. С целью определения динамики изменений показателей кардио-респираторной системы испытуемых был проведен анализ темпов прироста значений показателей обследуемых студентов экспериментальной и контрольной групп на каждом этапе эксперимента, характеристика которых отображена на рисунке 1.

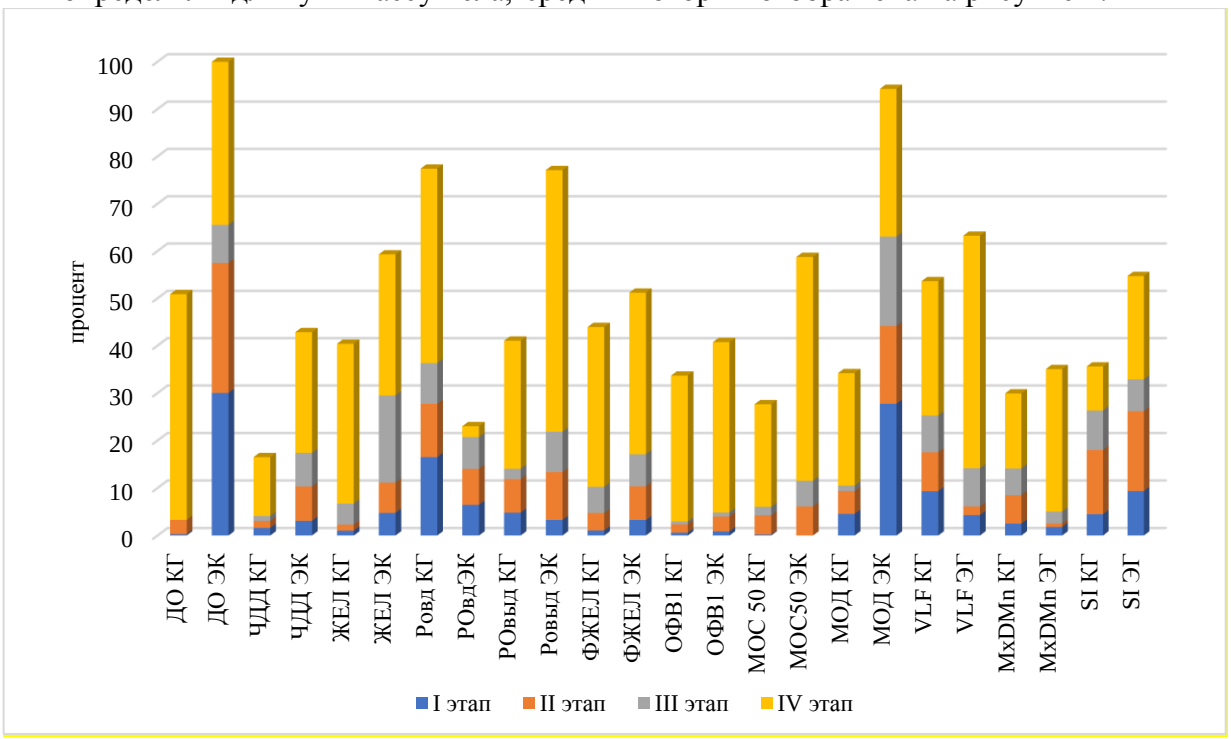


Рис. 1. Темпы прироста значений показателей кардио-респираторной системы обследуемых студентов экспериментальной и контрольной групп

Примечание: КГ – контрольная группа; ЭГ – экспериментальная группа; ЧДД – частота дыхательных движений; ДО – дыхательный объем; РОвд – резервный объем вдоха; РОвыд – резервный объем выдоха; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ1 – объем ФВ в первую секунду; ПОС – пиковая объемная скорость; МОС25 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 25% ФЖЕЛ; МОС50 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 50% ФЖЕЛ; МОС75 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 75% ФЖЕЛ; МОД – минутный объем дыхания; MxDMn – вариационный размах; VLF – мощность волн «очень» низкой частоты; SI – индекс напряжения

Анализ полученных данных темпов прироста значений показателей кардио-респираторной системы обследуемых на каждом этапе эксперимента определяет IV этап настоящего исследования как наиболее значимый этап повышения функционального состояния кардио-респираторной системы студентов, обуславливающий формирование паттерна диафрагмального типа дыхания и определяющий характерные особенности адаптационно-приспособительных реакций организма.

Так, анализ показателей, полученных на III этапе эксперимента, характеризующих функциональное состояние системы внешнего дыхания обследуемых экспериментальной и контрольной групп, выявил соответствие нижней границе физиологической нормы данного возрастного периода [14, 15], данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели функционального состояния системы внешнего дыхания обследуемых экспериментальной и контрольной групп на III этапе эксперимента

Показатель	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	M	m	M	m
ЧДД, цикл/мин	19,51	0,82	16,2	0,43
ЖЕЛ, л	4,14	0,16	4,62	0,23
ДО, л	0,32	0,04	0,57	0,08
РОвд, л	2,39	0,16	1,62	0,09
РОвыд, л	1,44	0,20	2,13	0,18
ФЖЕЛ, л	3,89	0,24	4,12	0,29
$ОФВ_1$, л	3,46	0,16	3,62	0,18
ПОС, л/с	2,70	0,17	4,80	0,58
$МОС_{25}$, л/с	7,14	0,18	4,28	0,28
$МОС_{50}$, л/с	4,44	0,29	4,15	0,23
$МОС_{75}$, л/с	1,98	0,32	2,10	0,11
МОД, л/мин	6,24	0,80	7,61	1,3

Примечание: ЧДД – частота дыхательных движений; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ДО – дыхательный объем; РОвд – резервный объем вдоха; РОвыд – резервный объем выдоха; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ1 – объем ФВ в первую секунду; ПОС – пиковая объемная скорость; МОС25 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 25% ФЖЕЛ; МОС50 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 50% ФЖЕЛ; МОС75 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 75% ФЖЕЛ; МОД – минутный объем дыхания; M – среднее значение показателя; m – ошибка среднего значения

Так, значение показателя ЖЕЛ обследуемых экспериментальной и контрольной групп составил 84% и 75% должного значения соответственно, что соотносится с границами умеренного нарушения вентиляторной функции. Выявлено, что значения показателей, характеризующих бронхиальную проходимость на уровне крупных, средних и мелких бронхов, умеренно снижены относительно должных значений у всех обследуемых. При этом, у обследуемых экспериментальной группы значение показателей форсированной ЖЕЛ и объема форсированного выдоха составили 78% и 81,9% должных значений соответственно. Таким образом, выявленные значения временно-объемных показателей III этапа эксперимента определяют выраженность нарушений вентиляторной функции в умеренной степени и сниженные возмож-

ности дыхательной мускулатуры у всех обследуемых [16, 17]. Анализ фоновых значений показателей вариабельности сердечного ритма студентов контрольной группы на III этапе выявил характерный для обследуемых вегетотип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, при этом определена нижняя граница оптимального состояния автономного контура, данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма обследуемых экспериментальной и контрольной групп на III этапе эксперимента

Значение	Показатель					
	Экспериментальная группа			Контрольная группа		
	MxDMn, мс	VLF, мс	SI, усл.ед.	MxDMn, мс	VLF, мс	SI, усл.ед.
M	0,285	1182,8	97,8	0,326	953,42	103,4
m	0,07	51,64	6,72	0,02	38,47	7,93

Примечание: MxDMn – вариационный размах; VLF – мощность волн очень низкой частоты; SI – индекс напряжения

Анализ значений показателей временной области вариабельности сердечного ритма обследуемых экспериментальной группы выявил уменьшение разброса длительности вариационного размаха, значение показателя соответствует нижней границе оптимального состояния автономного контура регуляции ритма сердца, что отразилось в значении показателя индекса напряжения (97,8 усл.ед.).

Таким образом, анализ показателей вариабельности сердечного ритма обследуемых экспериментальной и контрольной групп на III этапе эксперимента определяет вегетотип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции. Вместе с тем, значение показателей очень низкочастотной составляющей спектра у всех обследуемых характеризует преобладающее влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы в условиях физической нагрузки, обуславливая недостаточное для оптимального уровня функциональное состояние и недостаточную готовность систем к проявлению устойчивости, что согласуется с данными в работах авторов [7, 18-20].

Систематические занятия физической культурой (тренировки) обуславливают перестройку физиологических функций организма обследуемых, что отразилось в повышении функционального состояния кардио-респираторной системы студентов экспериментальной и контрольной групп на протяжении всех этапов эксперимента, при этом статистически достоверные изменения отмечены в значениях показателей IV этапа настоящих исследований относительно данных III этапа.

Так, для обследуемых контрольной группы выявлено увеличение ЖЕЛ на 37% ($p \leq 0,01$) относительно показателей III этапа, что составляет 103% должного значения, тем самым обуславливая повышение вентиляторной функции дыхательной системы обследуемых. Отмечено повышение мощности силы дыхательной мускулатуры и бронхиальной проходимости воздушного потока на всех уровнях бронхиального дерева, что отразилось в повышении значений таких показателей, как ФЖЕЛ (39%, $p \leq 0,01$), ОФВ1 (35%, $p \leq 0,01$), ПОС (40%, $p \leq 0,01$). При этом повышение значения МОД (26%, $p \leq 0,05$) характеризует повышение эффективности легочной вентиляции обследуемых относительно значений III этапа, данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная характеристика значений показателей кардиореспираторной системы обследуемых контрольной группы III и IV этапов эксперимента

Показатель	III этап		IV этап	
	M	m	M	m
ЧДД, цикл/мин	19,51	0,82	15,29**	0,66
ЖЕЛ, л	4,14	0,16	5,71**	0,17
ДО, л	0,32	0,04	0,52**	0,05
РОвд, л	2,39	0,16	2,18	0,36
РОвыд, л	1,44	0,20	3,12**	0,11
ФЖЕЛ, л	3,89	0,24	5,44**	0,56
$ОФВ_1$, л	3,46	0,16	4,69**	0,16
ПОС, л/с	2,70	0,17	3,80**	0,39
$МОС_{25}$, л/с	7,14	0,18	9,16**	0,30
$МОС_{50}$, л/с	4,44	0,29	5,37**	0,23
$МОС_{75}$, л/с	1,98	0,32	2,37*	0,19
МОД, л/мин	6,24	0,80	7,90*	0,92
VLF, мс	953,42	38,47	716,07**	43,07
MxDMn, мс	0,32	0,02	0,38**	0,05
SI, усл.ед.	103,45	7,93	94,23**	7,99

Примечание: M – среднее значение показателя; m – ошибка среднего значения; * – достоверность значений $p \leq 0,05$; ** – достоверность значений $p \leq 0,01$; ЧДД – частота дыхательных движений; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ДО – дыхательный объем; РОвд – резервный объем вдоха; РОвыд – резервный объем выдоха; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ОФВ1 – объем ФВ в первую секунду; ПОС – пиковая объемная скорость; МОС25 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 25% ФЖЕЛ; МОС50 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 50% ФЖЕЛ; МОС75 – мгновенная объемная скорость ФВ на уровне 75% ФЖЕЛ; МОД – минутный объем дыхания; VLF – мощность волн «очень» низкой частоты; MxDMn – вариационный размах; SI – индекс напряжения

При этом отмечено повышение значений показателей, характеризующих экспираторную силу дыхательной мускулатуры, что отразилось в повышении значений показателей ФЖЕЛ (40%, $p \leq 0,01$), ОФВ1 (43,6%, $p \leq 0,01$). Вместе с тем, изменение значения показателя пиковой объемной скорости не носило статистически достоверный характер. Анализ значений показателей, характеризующих бронхиальную проходимость, определяет у обследуемых экспериментальной группы повышение объема на уровне крупных бронхов почти в два раза, при этом отмечена тенденция к повышению проходимости на уровне мелких бронхов, однако изменение значения показателя не носили статистически достоверный характер. Таким образом, анализ значений показателей системы внешнего дыхания обследуемых экспериментальной группы, полученных на IV этапе эксперимента, определяет формирование рационального, физиологического паттерна дыхания, тем самым способствуя расширению границ физиологических резервов организма и обуславливая повышение адаптационных резервов системы внешнего дыхания в условиях соревновательных нагрузок [21].

Вместе с тем, повышение возможностей функционального состояния респираторной системы определяет перестройку физиологических функций сердечно-сосудистой системы, что отразилось в изменении значений показателей вариабельности сердечного ритма обследуемых, графические данные представлены на рисунке 2.

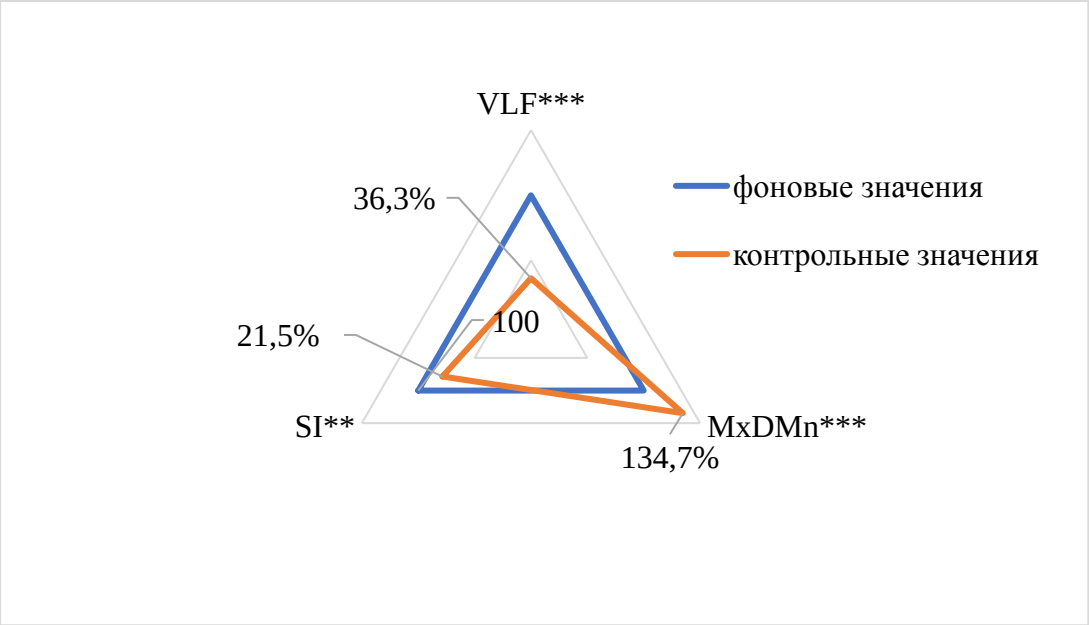


Рис. 2 Показатели вариабельности сердечного ритма обследуемых экспериментальной группы на IV этапе эксперимента относительно значений показателей III этапа, %
Примечание: VLF – мощность волн очень низкой частоты; SI – индекс напряжения; MxDMn – вариационный размах; * – достоверность значений p≤0,05; ** – достоверность значений p≤0,01; *** – достоверность значений p≤0,001

Так, у обследуемых экспериментальной группы на IV этапе эксперимента выявлено повышение значений показателей вариационного размаха кардиоинтервалов до 0,384±0,91 мс (34,7%, p≤0,001), при этом показатель степени напряжения регуляторных систем снизился на 21,5% (p≤0,001) и составил 78,5 усл.ед. Значение показателя мощности очень низкочастотной составляющей, характеризующей функциональное состояние коры головного мозга и психоэмоциональное напряжение, снизилось на 36,3% (p≤0,001). Таким образом, анализ данных экспресс-метода вариабельности сердечного ритма обследуемых студентов, полученных на IV этапе, отражает вегетотип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции сердечного ритма и соответствует диапазону значений средней границы оптимального состояния автономного контура, тем самым обуславливая расширение функционального резерва и повышение функционального состояния сердечно-сосудистой системы [13].

Заключение. В результате настоящих исследований IV этапа для обследуемых контрольной группы определено повышение эффективности вентиляторной функции респираторной системы, что проявилось в повышении значения показателя МОД до 7,90 л/мин (26%, p≤0,05) относительно значений показателей III этапа эксперимента. При этом отмечено повышение мощности силы дыхательной мускулатуры и бронхиальной проходимости воздушного потока на всех уровнях бронхиального дерева, что отразилось в повышении значений таких показателей, как ФЖЕЛ (39%, p≤0,01), ОФВ1 (35%, p≤0,01), ПОС (40%, p≤0,01). Анализ показателей вариабельности сердечного ритма обследуемых контрольной группы на IV этапе эксперимента определяет вегетотип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции, при этом выявлено снижение влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы в регуляции сердечно-сосудистой системы.

Характерным для обследуемых экспериментальной группы на IV этапе эксперимента явилось формирование физиологически рационального паттерна

дыхания, что предполагает в условиях высоких нагрузок повышение адаптационных резервов системы внешнего дыхания. Так, отмечено перераспределение фракционных составляющих ЖЕЛ, при этом характерным явилось существенное повышение значения показателя РОвыд (76%, p≤0,01), что обуславливает расширение функциональных резервов системы внешнего дыхания. Вместе с тем, характерным для обследуемых является вегетотип с умеренным преобладанием автономного контура регуляции сердечного ритма, при этом определено соответствие диапазону средней границы оптимального состояния автономного контура, что обусловлено повышением показателя вариационного размаха кардиоинтервалов до значения 0,384±0,91 мс (34,7%, p≤0,001), при этом показатель степени напряжения регуляторных систем снизился на 21,5% (p≤0,001) относительно фоновых значений и достиг значения 78,5 усл.ед., а показатель мощности очень низкочастотной составляющей снизился до значения 754,4 мс (36,3%, p≤0,001) относительно значений показателей III этапа эксперимента.

Таким образом, для всех обследуемых на IV этапе эксперимента характерной явилась перестройка физиологических функций организма, что отразилось в повышении функционального состояния кардиореспираторной системы студентов экспериментальной и контрольной групп.

Выявленные особенности адаптационно-приспособительных реакций кардиореспираторной системы студентов экспериментальной группы на всех этапах эксперимента обусловлены включением в тренировочный процесс дыхательной гимнастики, что определяет необходимость включения в тренировочный процесс студентов, занимающихся скайраннингом, комплекса дыхательных упражнений с направленностью на формирование диафрагмального типа дыхания.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н. А. Особенности реакций организма горных туристов на воздействие различных экстремальных факторов / Н. А. Агаджанян, А. Н. Кислицин // Вестник восстановительной медицины. – 2005. – № 11. – С. 78–82.
2. Рябцев, С. М. Медико-биологическое обоснование системы спортивной и оздоровительной рекреации на горноклиматическом курорте Сочи: автореферат дис. д-ра биол. наук: 14.00.51 / Сергей Михайлович Рябцев. – Москва, 2007. – 45 с.
3. Характеристика некоторых психофизиологических реакций человека при спортивной экстремальной рекреации в высокогорных условиях / А. В. Квашин, С. М. Рябцев, М. В. Сизова, С. А. Бакалейцев // Актуальные проблемы восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии. – М., 2006. – С. 119–120.
4. Brymer, E. The search for freedom in extreme sports: A phenomenological exploration / E. Brymer, R. Schweitzer // Psychology of Sport and Exercise. – 2013. – Vol. 14. – № 6. – P. 865–873.
5. Корягина, Ю. В. Хронобиологические особенности спортсменов при различных физических нагрузках, тренировочных циклах и условиях среды / Ю. В. Корягина, Г. Н. Тер-Акопов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2017. – № 5(143). – С. 29–33.
6. Трегуб, А. С. Оценка общего функционального состояния и адаптационных резервов организма человека методом вариабельности сердечного ритма / А. С. Трегуб, Н. В. Кузнецова, Г. В. Бутовец // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 4(1). – С. 80–83.
7. Тер-Акопов, Г. Н. Факторы увеличения резервных возможностей спортсменов в период высотной акклиматизации / Г. Н. Тер-Акопов, Ю. В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т. 2. – № 1(2). – С. 1.
8. Денисевич, А. Н. Некоторые аспекты оптимизации тренировочного процесса скайраннеров / А. Н. Денисевич // Наука-2020. – 2021. – № 3(48). – С. 218–224.

9. Особенности физического состояния спортсменов, занимающихся скайраннингом / П. А. Малеев, Е. Д. Кондрашова, А. С. Горбачева, Т. А. Мартиросова // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 2. – С. 95–97.
10. Функциональные резервы организма и здоровье студентов из различных климатогеографических регионов / Н. А. Агаджанян, А. Е. Северин, Т. Ш. Миннибаев [и др.] // Технология живых систем. – 2005. – Т. 2. – № 4-5. – С. 78–87.
11. Калинина, Е. Н. Некоторые аспекты диафрагмального дыхания / Е. Н. Калинина, С. С. Горбачев, Ю. П. Гетман // В сборнике: Физическая культура и спорт в высших учебных заведениях: актуальные вопросы теории и практики. Сборник статей по материалам национальной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования кафедры физического воспитания Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2020. – С. 94–100.
12. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии. – СПб.: Ин-т кардиол. техники, 2000. – 45 с.
13. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе: метод. пособие / Н. И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский университет, 2022. – 80 с.
14. Клемент, Р. Ф. Принципиальные и методические основы разработки единой системы должных величин / Р. Ф. Клемент // Современные проблемы клинической физиологии дыхания. – Л., 1987. – С. 5–20.
15. Анализ согласованности некоторых референсных систем при интерпритации результатов спирометрии / М. Ю. Каменева, А. В. Тишков, А. В. Быхова [и др.] // Российский семейный врач. – 2012. – Т. 16. – № 32. – С. 23–28.
16. Interpretative Strategies for Lung Function Tests / R. Pellegrino, G. Viegi, V. Brusasco [et al] // European Respiratory Journal. – 2005. – № 26. – P. 948–968.
17. Федоров, Н. А. Динамика показателей кардиореспираторной системы спортсменов при физических нагрузках / Н. А. Федоров // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции 30 сентября 2015 г. – № 6, ч. III. – С. 101–102.
18. Василенко, А. А. Использование кардиоритмографии в силовых упражнениях для определения оптимальных нагрузок у спортсменов / А. А. Василенко, Ю. В. Менхин, В. И. Цыганков // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 7. – С. 27–30.
19. Рябцев, С. М. Оценка психофизиологического и функционального состояния студенток-баскетболисток в предсоревновательном периоде / С. М. Рябцев, Т. А. Жмурова // Спортивная медицина: наука и практика. – 2022. – № 12(4). – С. 87–92.
20. Шлык, Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа вариабельности сердечного ритма) / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 9. – № 4. – С. 5–15.
21. Фомин, Н. А. Адаптация: общебиологические и психофизиологические основы / Н. А. Фомин. – М.: «Теория и практика физической культуры», 2003. – 383 с.

REFERENCES

1. Agadzhanyan N.A., Kislitsin A.N. Features of reactions of the body of mountain tourists to various extreme factors. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2005, no. 11, pp. 78–82. (in Russ.)
2. Ryabtsev S.M. Biomedical substantiation of the system of sports and health-improving recreation at the mountain-climatic resort of Sochi: an author's abstract. Moscow, 2007. 45 p. (in Russ.)
3. Kvashin A.V, Ryabtsev S.M, Sizova M.V., Bakaleitsev S.A. Description of some psychophysiological responses of a person during sports extreme recreation in high mountain conditions. Relevant Problems of Resotrative Medicine, Resortology and Physiotherapy. Moscow, 2006. pp. 119–120. (in Russ.)
4. Brymer E., Schweitzer R. The search for freedom in extreme sports: A phenomenological exploration. *Psychology of Sport and Exercise*, 2013, vol. 14, no. 6, pp. 865–873.
5. Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Chronobiological features of sportsmen in different physical loads, training cycles and environmental conditions. *Exercise therapy and Sports Medicine*, 2017, no. 5(143), pp. 29–30. (in Russ.)
6. Tregub A.S., Kuznetsova N.V., Butovets G.V. Estimation of the general functional state and adaptive reserves of the human body by the medium

rhythm variability method. *International Student Research Bulletin*, 2018, no. 4(1), pp. 80–83. (in Russ.)
7. Ter-Akopov G.N., Koryagina Yu.V. Factors increasing the reserve capabilities of athletes during high-altitude acclimatization. *Modern Issues of Biomedicine*, 2018, vol. 2, no. 1 (2), p. 1. (in Russ.)
8. Denisevich, A.N. Some aspects of optimizing the training process of skyrunners. *Nauka-2020*, 2021, no. 3(48), pp. 218–224. (in Russ.)
9. Maleev P.A, Kondrashova E.D, Gorbacheva A.S, Martirosova T.A. Features of the physical condition of athletes engaged in skyrunning. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2023, no. 2, pp. 95–97. (in Russ.)
10. Agadzhanyan N.A., Severin A.E., Minnibaev T.Sh., Rozanov V.V., Kislitsin A.N., Mankaeva O.V., Batotsyrenova T.E. Functional reserves of organism and health of the students from different climatic regions. *Technologies of Living Systems*, 2005, vol. 2, no. 4-5, pp. 78–87. (in Russ.)
11. Kalinina E.N., Gorbachev S.S., Getman Yu.P. Some aspects of diaphragmatic breathing. From the collection: Physical Culture and Sport in Higher Educational Institutions: Current Issues of Theory and Practice. Material collection of the National Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th Anniversary of the Department of Physical Education of the Kuban State University. Krasnodar, 2020. pp. 94–100.
12. 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. Translated into Russian. Saint Petersburg: Institute of Cardiological Technology, 2000. 45 p. (in Russ.)
13. Shlyk N.I. Heart rate variability and methods of its identification in athletes during the training process: learning guide. Izhevsk: Udmurt University, 2022. 80 p.
14. Klement R.F. Principle and methodological basis for the development of a unified system of proper values. Modern problems of clinical respiratory physiology. Leningrad, 1987. pp. 5–20. (in Russ.)
15. Kameneva M.Yu., Tishkov A.B., Bykhova A.V., Pokhaznikova M.A., Trofimov V.I. Consistency analysis of some reference systems in the interpretation of spirometry. *Russian Family Doctor*, 2012, vol. 16, no. 32, pp. 23–28. (in Russ.)
16. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V., Crapo R.O., Burgos F., Casaburi R., Coates A., van der Grinten C., Gustafsson P.M., Hankinson J. et al. Interpretative Strategies for Lung Function Tests. *European Respiratory Journal*, 2005, no. 26, pp. 948–968.
17. Fedorov N.A. Changes in the cardiorespiratory system indices of athletes during physical activity. Modern Trends in the Development of Science and Technology: Materials of the VI International Scientific and Practical Conference. September 30th, 2015, no. 6, part III. pp. 101–102. (in Russ.)
18. Vasilenko A.A., Menkhin Y.V., Tsygankov V.I. Cardiorhythmography in strength exercises to identify the optimal activity in athletes. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2009, no. 7, pp. 27–30. (in Russ.)
19. Ryabtsev S.M., Zhmurova T.A. Assessment of the psychophysiological and functional state of basketball students in the pre-competition period. *Sports medicine: research and practice*, 2022, no. 12(4), pp. 87–92. (in Russ.)
20. Shlyk N.I. Express-evaluation of the functional readiness of athletes' organism for training and competitive activity (according to the analysis of heart rate variability). *Science and Sport: current trends*, 2015, vol. 9, no. 4, pp. 5–15. (in Russ.)
21. Fomin N.A. Adaptation: general biological and psychophysiological foundations. Moscow: "Teoria i praktika fizicheskoj kul'tury", 2003, p. 383. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Сергей Михайлович Рябцев – доктор биологических наук, профессор, Севастопольский государственный университет, Севастополь, e-mail: smryabtsev@mail.sevsu.ru.
Татьяна Анатольевна Жмурова – кандидат биологических наук, доцент, Севастопольский государственный университет, Севастополь, e-mail: tazhmurova@mail.sevsu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Sergej M. Ryabtsev – Doctor of Biological Sciences, Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: smryabtsev@mail.sevsu.ru.
Tat'yana A. Zhmurova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: tazhmurova@mail.sevsu.ru.

Для цитирования: Рябцев, С. М. Характеристика адаптационно-приспособительных реакций кардио-респираторной системы студентов, занимающихся скайраннингом / С. М. Рябцев, Т. А. Жмурова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_12

For citation: Ryabtsev S.M., Zhmurova T.A. Adaptive reactions of the cardiorespiratory system of students engaged in skyrunning. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_12