

На правах рукописи

МАНУЙЛОВ Илья Владимирович

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТИВНЫХ
РЕАКЦИЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ
У ЛЫЖНИКОВ МАССОВЫХ СПОРТИВНЫХ РАЗРЯДОВ
В ГОДОВОМ ЦИКЛЕ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ**

03.03.01 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Архангельск – 2014

Работа выполнена в государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации на кафедре гигиены и медицинской экологии

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор
Гудков Андрей Борисович

Официальные оппоненты: **Черноземов Валерий Григорьевич**
доктор медицинских наук,
Институт физической культуры, спорта и
здоровья ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический)
федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
заведующий кафедрой адаптивной физической
культуры и физиологии спорта

Северин Александр Евгеньевич
доктор медицинских наук,
ФГОУ ВПО «Российский университет дружбы
народов», профессор кафедры нормальной
физиологии

Ведущая организация: ГОУ ВПО ХМАО - Югры «Ханты - Мансийская
государственная медицинская академия»

Защита состоится «___» мая 2014 года в «___» часов
на заседании диссертационного совета Д 208.004.01 при государственном бюджетном
образовательном учреждении высшего профессионального образования «Северный
государственный медицинский университет» Минздрава России по адресу: 163000,
г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ГБОУ ВПО «Северный
государственный медицинский университет» Минздрава России по адресу: 163000,
г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51; www.nsmu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2014 года

**Ученый секретарь
совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата
наук, доктора наук
доктор медицинских наук , профессор**

Вилова Татьяна Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Россия - великая северная страна, площадь ее северных территорий составляет почти 65% (Фаузер В.В., 2005), которые являются благоприятными для развития зимних видов спорта, в том числе и лыжного. В настоящее время лыжные гонки - это один из самых массовых видов спорта в России, который пользуется наибольшей популярностью среди населения в силу своей доступности (Бутин И.М., 2000; Брызгунов П.И. и др., 2005; Головачев А.И., 2010). Так, в массовом спортивном мероприятии «Лыжня России» ежегодно принимает участие около восьмисот тысяч человек (Близневский А.Ю., 2012).

Спортсмены-лыжники неоднократно были объектом исследований в различных научных работах. На примере лыжников изучались процессы адаптации и дезадаптации кардиореспираторной системы к физической нагрузке (Ванюшин М.Ю., 2003; Шемердяк А.В., 2005), исследовались особенности функционирования сердечно-сосудистой системы на различных этапах тренировочного процесса (Бахарева А.С., 2009), рассматривались вопросы формирования спортивного перенапряжения (Матвеева А.М., 2007), изучались газообмен и физическая работоспособность у профессиональных лыжников (Ingjer F. J., 1992; Losnegard T. et al. 2013; Spencer M. et al., 2014), влияние окружающей среды и интенсивности тренировочного процесса на проходимость дыхательных путей в различные сезоны года (Heir T. et al., 1995), а также особенности кардиореспираторной системы у лыжников разной спортивной направленности (Таминова И.Ф., 2009; Losnegard T., Hallén J., 2014).

Как известно, существенным фактором формирования функционального состояния организма человека является приспособление кардиореспираторной системы к различным сезонам года (Федоров Н.А., 2010; Агаджанян Н.А., Радыш И.В., 2013; Гудков А.Б. и др., 2013). Некоторые аспекты сезонных компенсаторно-приспособительных реакций дыхательной системы в годовой динамике рассматривались у молодых мужчин, жителей республики Коми (Варламова Н.Г. и др., 2008), изучались особенности функции внешнего дыхания в годовом цикле у детей среднего (Завьялова А.А., 2012) и старшего (Чупакова Л. В., 2012) школьных возрастов, у молодых лиц трудоспособного возраста (Ефимова Н.В., 2013) уроженцев Европейского Севера, а также у лиц юношеского возраста, жителей Кольского Заполярья (Щербина Ю.Ф., 2013). Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы в зависимости от сезонов года были изучены как у уроженцев (Чеснокова В.Н.,

2011; Ефимова Н.В., 2013), так и у новоселов Европейского Севера (Небу-ченных А.А., 2006). Однако, научные исследования, посвященные сезонным изменениям кардиореспираторной системы у лыжников массовых спортивных разрядов на территории Европейского Севера, носят единичный и фрагментарный характер (Пантелеева Н.И., 2012; Семенов Н.И., Шарахудинова А.Ю., 2013). Кроме этого, необходимо заметить, что большинство исследований, направленных на установление сезонных особенностей функционального состояния организма лыжников, были выполнены в Сибири и в центральной части России (Белова Е.Л., Румянцева Н.В., 2009; Бухарева А.С., 2009), климатогеографические характеристики которых отличаются от условий Европейского Севера, поскольку, климат его давно определен многими исследователями, как особенно дискомфортный и суровый (Агаджанян Н.А., 2002; Ширяева О.С., 2011; Чашин В.П. и др., 2014).

Все вышеизложенные факты и побудили провести настоящее исследование, так как изучение в годовой динамике адаптивных реакций дыхательной и сердечно-сосудистой систем лыжников массовых спортивных разрядов, жителей Европейского Севера, как особой и достаточно многочисленной категории населения, имеет важное теоретическое и практическое значение.

Цель и задачи исследования. Цель работы - выявить особенности физиологических реакций кардиореспираторной системы у лыжников массовых спортивных разрядов в динамике сезонов года на Европейском Севере.

Для достижения поставленной цели решался комплекс следующих задач:

1. Изучить годовую динамику показателей системы внешнего дыхания у лыжников.
2. Исследовать сезонную биоэлектрическую активность миокарда у обследованного контингента.
3. Изучить особенности гемодинамики и оценить функциональные резервы сердечно-сосудистой системы у лыжников в различные сезоны года.
4. Провести анализ показателей физической работоспособности у спортсменов-лыжников в годовой динамике.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Наиболее выраженные изменения статических и динамических легочных объемов и емкостей, а также показателей проходимости бронхов у лыжников на Европейском Севере наблюдаются в переходный период года от теплого к холодному (осенью) и в зимний период года.
2. Повышение электрической активности миокарда у лыжников-

гонщиков приходится на зимний период года и в большей степени в правых отделах сердца, чем в левых.

3. Показатели, характеризующие насосную функцию сердца у лыжников максимальны зимой, а весной и летом адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы уменьшается.
4. Максимальный уровень физической работоспособности у спортсменов-лыжников наблюдается в зимний период года, что достигается за счет наиболее тесного взаимодействия сердечно-сосудистой системы и системы внешнего дыхания.

Научная новизна. Впервые представлены материалы по результатам комплексного динамического исследования функционального состояния кардиореспираторной системы в годовой динамике у лыжников массовых спортивных разрядов, проживающих на Европейском Севере. Установлены характерные особенности сезонных изменений статических легочных объемов и емкостей, легочной вентиляции, а также показателей бронхиальной проходимости у спортсменов-лыжников. Изучены изменения биоэлектрической активности миокарда и гемодинамики в различные сезоны года, исследованы сезонные изменения физической работоспособности, предложена математическая модель для экспресс-оценки физической работоспособности.

Теоретическая значимость. Установленные сезонные особенности функционального состояния кардиореспираторной системы у уроженцев Европейского Севера, занимающихся лыжными гонками и имеющих массовые спортивные разряды, дополняют один из разделов физиологии.

Выявленные особенности сердечно-сосудистой и дыхательной систем у спортсменов-лыжников позволяют более детально оценить характер компенсаторно-приспособительных реакций организма на воздействие факторов окружающей среды и постоянных физических нагрузок. Результаты оценки физической работоспособности в различные периоды года дополняют научные знания в рамках спортивной физиологии.

Выявленные сезонные изменения кардиореспираторной системы у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, могут быть использованы в качестве научного материала в учебном процессе на кафедрах теоретического профиля (нормальная физиология, гигиена) и лечебного профиля (терапевтические кафедры) медицинских ВУЗов для обучения студентов, а также врачей на факультетах последипломного образования (усовершенствование, специализация).

Работа выполнена в рамках региональной научно-технической програм-

мы «Здоровье населения Европейского Севера» и имеет номер государственной регистрации 01201454706.

Практическая значимость. Полученные данные о сезонных изменениях статических и динамических легочных объемов и емкостей, показателей бронхиальной проходимости, а также показателей гемодинамики и физической работоспособности являются исходными при оценке состояния кардиореспираторной системы у лыжников массовых спортивных разрядов и могут использоваться в работе ряда научно-исследовательских институтов, а также в педагогическом процессе в ВУЗах.

Сведения о сезонных изменениях функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной системы необходимо учитывать при динамическом мониторинге за состоянием кардиореспираторной системы у лыжников-гонщиков.

Результаты диссертационного исследования внедрены в работу и используются в учебном процессе на кафедре нормальной и патологической физиологии для студентов и аспирантов ГБОУ ВПО ХМАО – Югры «Ханты - Мансийская государственная медицинская академия» (акт внедрения от 20.01.2014); включены в учебный процесс для студентов ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» в преподавании дисциплины «Нормальная физиология» (акт внедрения от 29.01.14); внедрены в учебный процесс на кафедре физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВПО «Мурманский государственный гуманитарный университет» (акт внедрения от 17.02.14); на кафедре адаптивной физической культуры и физиологии спорта Института физической культуры, спорта и здоровья Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (акт внедрения от 6.11.13); используется для оптимизации тренировочного процесса лыжников в ФОК «Звездочка» лыжный стадион «Беломорец» (акт внедрения от 9.09.13).

Легитимность исследования подтверждена решением Независимого междисциплинарного этического комитета СГМУ (протокол № 07/10-12 от 18.10.2012).

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на V международной научно-практической конференции «Духовное и врачебное наследие святителя Луки (Войно-Ясенецкого)» (Москва 2013); VIII научно-практической конференции (г. Северодвинск, Филиал №2 ФГКУ 1469 ВМКУ МО РФ) «Медицинское обеспечение сил флота в условиях Ев-

ропейского Севера России»; VI Архангельской международной медицинской конференции молодых ученых и студентов, посвященной 100-летию со дня рождения Н.М. Амосова (Архангельск, 2013); XLII Ломоносовских чтениях (Северная хирургическая школа: к 100-летию со дня рождения Н.М. Амосова) (Архангельск 2013), расширенном заседании кафедры гигиены и медицинской экологии СГМУ (Архангельск 2013, 2014).

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности:
03.03.01 «Физиология» по областям исследований:

п. 3 – исследование закономерностей функционирования основных систем организма (нервной, иммунной, сенсорной, двигательной, крови, кровообращения, лимфообращения, дыхания, выделения, пищеварения, размножения, внутренней секреции и др.);

п. 8 – изучение физиологических механизмов адаптации человека к различным географическим, экологическим, трудовыми социальным условиям.

Личный вклад автора составляет не менее 95% и заключается в сборе материалов исследования, создании баз данных, выполнении статистического анализа и изложении в диссертации его результатов, а также в написании обзора литературы, обсуждении результатов, выводов и разработке практических рекомендаций.

Публикации: материалы исследования опубликованы в 7 печатных работах, в том числе 3 из них в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 9 таблицами и 26 рисунками. Библиографический указатель литературы включает 286 источников (220 – отечественных и 66 – иностранных).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование функции кардиореспираторной системы проводилось осенью (сентябрь), зимой (январь), весной (апрель) и летом (июль) у одной и той же группы из 38 мужчин в возрасте 18-22 лет (средний возраст: 19,6 (19,2; 21,7) лет), занимающихся лыжными гонками, родившихся и постоянно проживающих в г. Архангельске и г. Северодвинске. Обследуемые были достаточно однородной группой и имели спортивный стаж 3-5 лет и 1-2 взрослый разряд. Обследование лыжников осуществлялось на базе НИИ Морской медицины СГМУ, а также в медицинских кабинетах спортивных комплексов г. Северодвинска и г. Архангельска, специализирующихся на подготовке спортсменов-лыжников.

Исследование проводилось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС), и одобрено локальным Комитетом по этике Северного государственного медицинского университета.

Для исследования сердечно-сосудистой системы использовался 4-х канальный, 3-х частотный реограф «Диамант-Р» (Комплекс КМ-АР-01). При помощи реографа оценивались следующие показатели: систолический выброс (СВ), минутный объем крови (МОК), сердечный индекс (СИ), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), индекс мощности левого желудочка (ИМЛЖ). Кроме этого, рассчитывались: среднестатистическое давление (СДД), коэффициент эффективности миокарда (КЭМ), индекс напряжения миокарда (ИНМ), адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы (АП).

Биоэлектрическая активность миокарда определялась с помощью электрокардиографии компьютеризированным аппаратно-программным комплексом КМ-АР-01, комплектации «Диамант-К». Согласно общепринятым рекомендациям, методом ручного промера определялись длительность интервалов и зубцов ЭКГ и их амплитуда.

Для оценки функции внешнего дыхания использовался спирограф «Диамант-С» (Комплекс КМ-АР-01), обеспечивающий приведение измеренных и вычисленных объемных и скоростных показателей к стандартным газовым условиям. При помощи спирографии оценивались следующие показатели: 1. Легочные объемы и емкости: дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха (РО_{вд}), резервный объем выдоха (РО_{выд}), жизненная емкость легких (ЖЕЛ); 2. Показатели интенсивности легочной вентиляции: частота дыхания (ЧД), минутный объем дыхания (МОД); 3. Показатели проходимости бронхов: ФЖЕЛ, ОФВ₁, индекс Тиффно (ИТ), ПОС (пиковая объемная ско-

рость), $МОС_{25}$, $МОС_{50}$, $МОС_{75}$ (максимальная объемная скорость на участке 25, 50, 75 % ФЖЕЛ соответственно), $СОС_{25-75}$ (средняя объемная скорость на участке 25-75% ФЖЕЛ).

Физическая работоспособность обследованных лыжников-гонщиков оценивалась по методике Гарвардского степ-теста.

Анализ полученных результатов проводился с использованием пакета прикладных программ IBM SPSS 19.0. Проверка на нормальность распределения осуществлялась с помощью теста Шапиро-Уилк ($n < 50$). Результаты описательной статистики для данных, подчиняющихся закону нормального распределения, представлялись в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (s), для данных, не подчиняющихся закону нормального распределения – в виде медианы (Me), первого квартиля (Q_1) и третьего квартиля (Q_3). В случае нормального распределения переменных использовался однофакторный анализ, для парных сравнений – t -критерий Стьюдента для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. В случае несоответствия закону нормального распределения использовался дисперсионный анализ по Фридману, для парных сравнений – непараметрический критерий Вилкоксона для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. Для оценки связей между показателями проведен корреляционный анализ с использованием критериев Пирсона (для данных, подчиняющихся закону нормального распределения) и Спирмена (для данных, не подчиняющихся закону нормального распределения), а также анализ линейной регрессии. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал, что у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, в динамике сезонов года происходят функциональные перестройки в системе внешнего дыхания, связанные с изменяющимися условиями внешней среды и влиянием тренировочно-соревновательного процесса.

При анализе статических легочных объемов и емкостей в годовом цикле у лыжников-гонщиков в зимний период года величина ЖЕЛ была больше на 20,9%, чем весной ($p < 0,001$), и на 20,2%, чем летом ($p < 0,001$) (табл. 1). Известно, что величина ЖЕЛ отражает объем функционирующей респираторной ткани и косвенно указывает на максимальную площадь дыхательной поверхности легких. В связи с этим, можно заключить, что у спортсменов-лыжников за счет увеличения ЖЕЛ зимой создаются условия для более эффективного приспособления легочной вентиляции к удовлетворению ме-

Таблица 1

Показатели системы внешнего дыхания у спортсменов-лыжников.

n=38

Показатель	Сезон					Значимость различий между сезонами				
	Осень (I)	Зима (II)	Весна (III)	Лето (IV)		P _{I-II}	P _{I-III}	P _{I-IV}	P _{II-III}	P _{II-IV}
ЖЕЛ, л	5,51 (5,05; 5,76)	5,79 (5,40; 5,95)	4,58 (4,20; 4,84)	4,62 (4,20; 5,04)		1,0	<0,001	<0,001	<0,001	1,0
РОВд, л	1,75 (1,61; 2,15)	1,57 (1,34; 2,11)	1,18 (1,04; 1,58)	1,30 (1,02; 1,63)		1,0	0,001	0,006	0,001	1,0
РОВвд, л	2,63 (2,51; 2,79)	2,86 (2,42; 2,92)	2,47 (2,13; 2,52)	1,30 (1,02; 1,63)		1,0	<0,001	<0,001	<0,001	1,0
ДО, л	0,92 (0,78; 1,18)	1,35 (0,91; 1,62)	0,98 (0,71; 1,19)	0,77 (0,50; 0,98)		<0,001	1,0	<0,001	<0,001	<0,001
МОД, л/мин	12,03 (7,88; 19,06)	14,76 (7,27; 18,19)	10,37 (10,04; 12,44)	10,25 (7,67; 13,59)		1,0	1,0	0,03	0,001	0,03

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось непараметрическим критерием Т-Вилкоксона, Me (Q₁, Q₃)

таболических потребностей организма связанных с повышением объемов физических нагрузок.

При изучении объемов, составляющих ЖЕЛ, было установлено, что у обследованных лыжников минимальное значение величины ДО регистрировалось летом, максимальное – зимой, при этом разница составила 0,58 л. Величина $PO_{вд}$ имела наибольшее значение осенью, наименьшее весной. Аналогичная ситуация наблюдается и с сезонными изменениями величины $PO_{выд}$. Осенью и зимой этот показатель был больше, чем весной и летом. Увеличение глубины дыхания в зимний период года у лыжников, вероятно, связано как с комплексным воздействием неблагоприятных факторов внешней среды, так и с увеличением физических нагрузок в зимний соревновательный период. Также необходимо отметить, что $PO_{выд}$ изменялся в большей степени, чем $PO_{вд}$. Известно, что величина $PO_{выд}$ играет более важную роль в стабилизации дыхания, чем $PO_{вд}$, так как участвует в формировании остаточной емкости легких (Гудков А.Б., 1998; Шишкин Г.С. и др., 2005). Установленные изменения величины $PO_{выд}$, вероятно, могут являться проявлениями сезонной физиологической компенсаторной реакции системы внешнего дыхания, направленной на облегчение газообмена (Шишкин Г.С., Устюжанинова Н.В., 2012).

Величина МОД максимальное значение имела зимой, причем увеличение МОД происходило за счет повышения ДО, а не ЧД, что является более эффективным процессом приспособления к повышенным нагрузкам в ходе соревновательного периода.

В динамике года у лыжников-гонщиков также наблюдается изменение величин, характеризующих проходимость воздухоносных путей. Установлено, что величина ФЖЕЛ у них зимой больше, чем в остальные сезоны года. Определено увеличение показателя $ОФВ_1$ на 21,3% от осеннего периода года к зимнему ($p < 0,001$), наибольшее значение зарегистрировано весной, что на 24,6% больше по сравнению с зимой ($p < 0,001$). Величина ПОС была наибольшей зимой и весной, причем зимой этот показатель был на 50,5% больше, чем осенью ($p < 0,001$) и на 52,7%, чем летом ($p < 0,001$). Таким образом, максимальные значения ФЖЕЛ, ПОС и $ОФВ_1$ зимой указывают на улучшение бронхиальной проходимости на уровне крупных бронхов. Снижение значения ФЖЕЛ, ПОС и $ОФВ_1$ в весенний период года можно расценивать, как результат функционального напряжения системы внешнего дыхания в переходный период от холодного к теплему.

Наименьшее значение величин $МОС_{25}$ и $МОС_{50}$, характеризующих проходимость дыхательных путей на уровне средних бронхов, у лыжников выявлено весной и летом соответственно, наибольшее значение этот показатель имеет зимой. Сезонная кривая величины $МОС_{75}$, характеризующей проходи-

мость дыхательных путей на уровне мелких бронхов, имела несколько иную направленность. Так, отмечалось улучшение бронхиальной проходимости от зимы к осени. Установленные изменения можно объяснить снижением бронхиального сопротивления зимой, что необходимо для улучшения проходимости воздухоносных путей и газообменной функции в соревновательный период.

При анализе электрокардиограмм у лыжников было установлено, что наибольшие изменения в динамике сезонов года претерпела биоэлектрическая активность желудочков сердца. Было выявлено снижение амплитуды зубца Q во втором стандартном отведении осенью и летом, что указывает на снижение биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки в эти сезоны года. Во втором стандартном отведении высота зубца R меньшее значение имела в зимний период, в сравнении с осенним ($p < 0,001$) и летним ($p < 0,001$). Амплитуда зубца S большей оставалась зимой, в сравнении с осенними ($p < 0,001$) и летними ($p < 0,001$) результатами. Исследование у лыжников высоты зубца R в грудных отведениях выявило повышение его амплитуды от осени к зиме в отведениях V_1 и V_2 . Высота зубца S в отведении V_1 и V_2 была больше в зимний период года, чем в осенний. В других грудных отведениях значимых изменений не выявлено. Таким образом, сезонные изменения биоэлектрической активности миокарда у лыжников наблюдаются в большей степени в области межжелудочковой перегородки и в базальных отделах сердца и зарегистрированы зимой. В холодный период года также отмечается усиление обменных процессов миокарда, о чем свидетельствует увеличение амплитуды зубца T во втором стандартном отведении, а также в грудных отведениях V_1 и V_2 . Известно, что зубец T является наиболее чувствительным из всех элементов ЭКГ и может меняться под воздействием как патологических, так и физиологических факторов. Можно предположить, что выявленные особенности обусловлены влиянием тренировочного процесса и соревновательной деятельности у лыжников.

Величина ЧСС у спортсменов лыжников наибольшее значение имела весной и составила 61 (50; 72) уд/мин, минимальное значение исследуемого показателя регистрировалось зимой и было равно 50 (43; 55) уд/мин. Разница между максимальным и минимальным результатами составила 15% ($p < 0,001$). Величина ЧСС, у лыжников, находилась в границах нормальных значений для лиц, занимающихся циклическими видами спорта и тренирующих выносливость. Также, полученные значения косвенно указывают на увеличение хронотропного резерва сердечно-сосудистой системы.

Анализ сезонных изменений СВ установил, что у лыжников происходил значимый рост этого показателя от лета к зиме ($p = 0,47$) (рис. 1). Наибольшая величина СВ была выявлена на зимнем этапе исследования. Максимальное

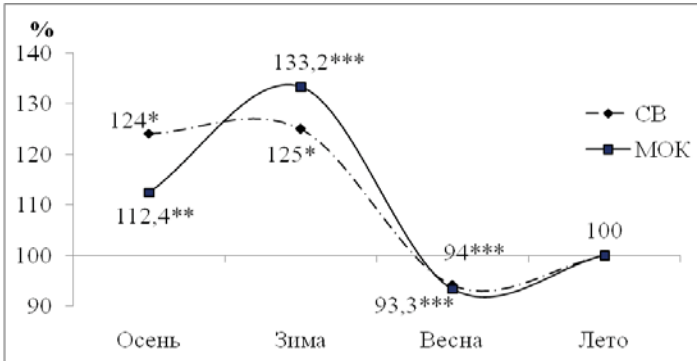


Рис. 1. Изменение величин СВ и МОК в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников.

Примечание. За 100% приняты показатели СВ и МОК в летний период года.

Различия по сравнению с летом статистически значимы: * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

значение показателя МОК у лыжников отмечалось зимой, минимальное – весной. При помощи корреляционного анализа зимой у лыжников выявлена более сильная положительная корреляционная связь между МОК и СВ ($r = 0,877$, $p < 0,001$), чем между МОК и ЧСС ($r = 0,181$, $p = 0,27$), что свидетельствует об эффективной деятельности системы кровообращения зимой.

Наибольшие значения ОПСС у обследованного контингента регистрировались летом, наименьшие – весной ($p < 0,001$). Разница между этими величинами составила 33%.

Резервные возможности и адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы отображают такие показатели, как ИНМ и КЭМ.

Наибольшее значение ИНМ у лыжников было выявлено летом в сравнении с осенью ($p < 0,001$) и зимой ($p < 0,001$), наименьшее значение пришлось на осенний этап исследования ($p < 0,001$). Величина КЭМ у лыжников имела наибольшее значение осенью, в дальнейшем происходило ее снижение. Зимой данный показатель на 40% меньше, чем осенью ($p < 0,001$), но больше на 12%, чем весной ($p = 0,002$). Таким образом, большее значение показателя КЭМ осенью и зимой, а также уменьшение величины ИНМ в эти сезоны года, свидетельствуют о высоком уровне адаптивных реакций сердечно-сосудистой системы в холодный период года (осень и зима).

Согласно оценке Гарвардского степ-теста, осенью и летом физическая работоспособность лыжников расценивалась, как выше средней. Зимой полу-

ченный результат был больше ($p < 0,001$), чем в остальные сезоны года. Весной работоспособность спортсменов была также выше среднего и больше, чем летом ($p = 0,001$).

В течение года изменяется не только значение величины физической работоспособности, но и ее взаимосвязь с показателями систем кровообращения и внешнего дыхания (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициент корреляции между показателями кардиореспираторной системы и физической работоспособности.

n=38

Взаимосвязь	Осень	Зима	Весна	Лето
ИГСТ - ЧСС	-0,973	-0,995	-0,881	-0,951
ИГСТ - ОПСС	-0,418	(-0,274)	(0,136)	(0,213)
ИГСТ - СВ	(-0,117)	(0,071)	0,661	0,542
ИГСТ - ЧД	0,687	0,516	(0,222)	(0,279)
ИГСТ - ОФВ ₁	(0,052)	0,314	(0,077)	(-0,124)

Примечание. Указан коэффициент Спирмена. Значение в скобках не значимо ($p > 0,05$)

Выявленная взаимосвязь физической работоспособности с величинами ЧД и ОФВ₁ зимой может свидетельствовать как об увеличении роли дыхательной системы в достижении достаточного уровня подготовленности спортсменов, так и об усилении влияния факторов внешней среды на организм лыжников в холодный период года. Следовательно, высокий уровень физической работоспособности в зимний период года достигался за счет тесного взаимодействия сердечно-сосудистой системы и системы внешнего дыхания.

В переходный период и в теплое время года, а именно весной и летом, уровень физической выносливости у лыжников зависел лишь от частоты сердечных сокращений и систолического выброса, вследствие чего можно предположить, что достижение достаточного уровня физической работоспособности в эти сезоны года лимитировала лишь сердечно-сосудистая система.

Проведенный анализ линейной регрессии с использованием показателей, характеризующих функциональное состояние кардиореспираторной системы в осенне-зимний подготовительный период, позволил установить, что наибольшей расчетной ценностью в достижении высокого уровня физиче-

ской работоспособности (Y) в качестве предикторов явились частота сердечных сокращений (X_1) и частота дыхания (X_2) в покое.

Таким образом, получена статистическая модель для расчета уровня физической работоспособности по частоте сердечных сокращений и частоте дыхания, которая имеет вид:

$$Y = a - 1,213X_1 + 0,065X_2, \text{ где константа } a = 138,464$$

Установленные показатели удовлетворительно вписывались в общую структуру уравнения регрессии на статистическом уровне, так скорректированный R^2 равен 0,946, показатели ЧСС, ЧД и константа имеют уровень статистической значимости (p) меньше 0,001.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить сезонные особенности адаптивных реакций дыхательной и сердечно-сосудистой системы, а также динамику физической работоспособности в годовом цикле у лыжников массовых спортивных разрядов 18-22 лет, родившихся и постоянно проживающих в условиях Европейского Севера России.

ВЫВОДЫ

1. В результате комплексных физиологических исследований выявлены особенности адаптивных реакций системы внешнего дыхания в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, изучены изменения биоэлектрической активности миокарда, показатели гемодинамики и физической работоспособности.

2. Установлено, что у лыжников наблюдаются сезонные изменения статистических легочных объемов и емкостей: наибольшие значения ЖЕЛ и ДО выявлены зимой и они превышают летние соответственно на 20,2% ($p < 0,001$) и 42,9% ($p < 0,001$), значения $PO_{вд}$ и $PO_{выд}$ максимальны осенью и превышают летние значения на 25,7% ($p < 0,001$) и 50,5% ($p < 0,001$) соответственно.

3. Выявлено, что у спортсменов-лыжников отмечается повышение бронхиальной проходимости на уровне крупных и средних бронхов в холодный период года: величины ФЖЕЛ, ПОС, $МОС_{25}$, $МОС_{50}$ зимой максимальны и превышают летние значения соответственно на 21,2% ($p < 0,001$), 52,7% ($p < 0,001$), 51,1% ($p < 0,001$) и 5,8% ($p < 0,001$). В переходный период года (осенью) наблюдается снижение сопротивления потоку воздуха на уровне мелких бронхов, так величина $МОС_{75}$ осенью больше, чем летом на 7,2% ($p < 0,001$).

4. Установлено, что сезонные изменения биоэлектрической активности сердечной мышцы наблюдаются в большей степени в области межжелудочковой перегородки и в базальных отделах сердца. При этом наибольшая биоэлектрическая активность сердечной мышцы зарегистрирована зимой и в большей степени затрагивает правые отделы сердца, по сравнению с левыми.

5. Выявлено, что зимой, по сравнению с летом, отмечается увеличение СВ и МОК на 24,9% ($p=0,047$) и 33,2% ($p<0,001$) соответственно, снижение САД и ДАД на 3,4% ($p<0,001$) и 7% ($p<0,001$), а также ЧСС и ОПСС на 6,7% ($p<0,001$) и 33,4% ($p<0,001$), что свидетельствует об эффективности адаптивных реакций, происходящих в сердечно-сосудистой системе в холодный период года, в ответ на предъявляемые требования. Увеличение ОПСС, ИНМ, АП, а также уменьшение КЭМ косвенно указывает на снижение функциональных резервов системы кровообращения весной и летом.

6. Показано, что величина физической работоспособности у лыжников максимальна зимой и превышает летнее значение на 14,7% ($p<0,001$). Установлено, что высокий уровень этой величины достигается за счет наиболее тесного взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной системы, что подтверждено методом корреляционного анализа. Разработана статистическая модель для экспресс-оценки физической работоспособности у лыжников.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При планировании тренировочной деятельности спортсменов-лыжников необходимо учитывать у них сезонные изменения сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

2. Данные об особенностях функционирования кардиореспираторной системы у лыжников-гонщиков, уроженцев Европейского Севера рекомендуются использовать в учебном процессе в медицинских и педагогических ВУЗах, а также они должны быть включены в учебные программы на факультетах последипломного образования.

3. Для экспресс-оценки физической работоспособности в осенне-зимний подготовительный период у лыжников массовых спортивных разрядов рекомендуется использовать формулу:

$$Y = a - 1,213X_1 + 0,065X_2,$$

где константа $a = 138,464$, X_1 – ЧСС в покое, X_2 – ЧД в покое

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Мануйлов И.В. Особенности сезонных изменений некоторых показателей кардиореспираторной системы у лиц призывного возраста, занимающихся легкой атлетикой и лыжными гонками в условиях Европейского Севера / И.В. Мануйлов, Е.В. Масько, И.М. Бойко, И.Г. Мосягин // Матер. VIII научно-практ. конф. медицинской службы Северного флота (15-16 ноября 2012г., г. Северодвинск). – Северодвинск, 2012. – С. 117–119.

2. Мануйлов И.В. Изменение ЭКГ показателей у легкоатлетов и лыжников в динамике осеннего и зимнего этапов тренировочного процесса на Европейском Севере России / И.В.Мануйлов, Е.В. Масько, О.С. Мануйлова, И.М. Бойко // Молодежь – двигатель науки : матер. XI регион. молодежной научно-практ. конф. «Ломоносова достойные потомки ». – Архангельск, 2013.– С. 171–173.

3. Мануйлов И.В. Особенности гемодинамических показателей у спортсменов-лыжников в годичном цикле подготовки на Европейском Севере / И.В. Мануйлов, А.Б. Гудков, И.Г. Мосягин и др. // Российский Север: перспективы, долгосрочные прогнозы, управление рисками: сборник матер. IX Северного социально-экологического конгресса (26-28 сент. 2013г., г. Архангельск). – Архангельск: Изд-во СГМУ, 2013. – С. 107–110.

4. Мануйлов И.В. Сезонные реакции статических легочных объемов и емкостей у спортсменов- лыжников на Европейском Севере / И.В. Мануйлов // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2013. – №2. – С. 48–49.

5. Мануйлов И.В. Сезонные изменения проходимости воздухоносных путей у спортсменов-лыжников на Европейском Севере / И.В. Мануйлов, А.Б. Гудков // Экстремальная деятельность человека. – 2013. – № 4 (29). – С 16–18.

6. Гудков А.Б. Сезонные изменения гемодинамических показателей у спортсменов-лыжников на Европейском Севере России/ А.Б. Гудков, О.Н. Попова, И.В. Мануйлов // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер.: Естественные науки. – 2014. – №1. – С. 56–63.

7. Мануйлов И.В. Сезонная динамика биоэлектрической активности миокарда у спортсменов-лыжников на Европейском Севере / И.В. Мануйлов // Экология человека. – 2014. – № 3. – С 14–17.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ИГСТ	- индекс гарвардского степ-теста, усл. ед.
ИНМ	- индекс напряжения миокарда, усл. ед.
КЭМ	- критерий эффективности миокарда, усл. ед.
МОК	- минутный объем кровообращения, л/мин
МОС _{25, 50, 75}	- максимальная объемная скорость при выдохе 25, 50 или 75% ФЖЕЛ соответственно, л/с
ОПСС	- общее периферическое сопротивление сосудов, $\text{дин}^{-1} \times \text{с} \times \text{см}^{-5}$
ОФВ ₁	- объем форсированного выдоха за первую секунду ФЖЕЛ, л
ПОС	- пиковая объемная скорость, л/с
РО _{вд}	- резервный объем вдоха, л
РО _{выд}	- резервный объем выдоха, л
СВ	- систолический выброс, мл
ФЖЕЛ	- форсированная жизненная емкость легких, л

Подписано в печать 21.03.2014.
Формат 60×84¹/₁₆. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 1356

ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»
163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51
Телефон 20-61-90. E-mail: izdatel@nsmu.ru