

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
профессор А.Б. Гудков

Архангельск - 2014

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1. Сезонные изменения кардиореспираторной системы у уроженцев Европейского Севера	10
1.2. Особенности кардиореспираторной системы у спортсменов-лыжников	20
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1. Организация исследования	31
2.2. Исследование сердечно-сосудистой системы	34
2.3. Исследование функции внешнего дыхания	37
2.4. Исследование физической работоспособности	39
2.5. Математико-статистическая обработка данных	41
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	43
3.1. Характеристика показателей деятельности системы внешнего дыхания у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года	43
3.2. Анализ показателей биоэлектрической активности миокарда у лыжников в различные сезоны года	61
3.3. Сезонные изменения гемодинамических показателей и физической работоспособности у спортсменов-лыжников	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
ВЫВОДЫ	106
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	109

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АП	- адаптационный потенциал, усл. ед.
ВРМ	- внешняя работа миокарда, усл. ед.
ДАД	- диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.
ДО	- дыхательный объем, л
$E_{вд}$	- емкость вдоха, л
ЖЕЛ	- жизненная емкость легких, л
ИГСТ	- индекс гарвардского степ-теста, усл. ед.
ИНМ	- индекс напряжения миокарда, усл. ед.
ИТ	- индекс Тиффно, %
ИМЛЖ	- индекс мощности левого желудочка, усл. ед.
КЭМ	- критерий эффективности миокарда, усл. ед.
МОД	- минутный объем дыхания, л/мин
$MOC_{25, 50, 75}$	- максимальная объемная скорость при выдохе 25, 50 или 75% ФЖЕЛ соответственно, л/с
МОК	- минутный объем кровообращения, л/мин
ОПСС	- общее периферическое сопротивление сосудов, $дин^{-1} \times с \times см^{-5}$
OFB_1	- объем форсированного выдоха за первую секунду ФЖЕЛ, л
ПОС	- пиковая объемная скорость, л/с
$PO_{вд}$	- резервный объем вдоха, л
$PO_{выд}$	- резервный объем выдоха, л
САД	- систолическое артериальное давление, мм рт. ст.
СДД	- среднединамическое артериальное давление, мм рт. ст.
СВ	- систолический выброс, мл
$CO_{C_{25-75}}$	- средняя объемная скорость на участке 25-75% ФЖЕЛ, л/с
ФЖЕЛ	- форсированная жизненная емкость легких, л
ЧСС	- частота сердечных сокращений, уд./мин.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Россия - великая северная страна, площадь ее северных территорий составляет почти 65% [188], 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 [43, 46]. Так, в массовом спортивном мероприятии «Лыжня России» ежегодно принимает участие около восьмисот тысяч человек [36].

Спортсмены-лыжники неоднократно были объектом исследований в различных научных работах. На примере лыжников изучались процессы адаптации и дезадаптации кардиореспираторной системы к физической нагрузке [52, 214], исследовались особенности функционирования сердечно-сосудистой системы на различных этапах тренировочного процесса [49, 160], рассматривались вопросы формирования спортивного перенапряжения [143], изучались газообмен и физическая работоспособность у профессиональных лыжников [257, 264, 282], влияние окружающей среды и интенсивности тренировочного процесса на проходимость дыхательных путей в различные сезоны года [255], а также особенности кардиореспираторной системы у лыжников разной спортивной направленности [180, 264].

Как известно, существенным фактором формирования функционального состояния организма человека является приспособление кардиореспираторной системы к различным сезонам года [16, 17, 85, 190]. Некоторые аспекты сезонных компенсаторно-приспособительных реакций дыхательной системы в годовой динамике рассматривались у молодых мужчин, жителей республики Коми [59], изучались особенности функции внешнего дыхания в годовом цикле у детей среднего [111] и старшего [202] школьных возрастов, у молодых лиц трудоспособного возраста [105] уроженцев Европейского Севера, а также у лиц юношеского возраста, жителей Кольского Заполярья [217]. Особенности функционирования

сердечно-сосудистой системы в зависимости от сезонов года были изучены как у уроженцев [105, 197], так и у новоселов Европейского Севера [151]. Однако, научные исследования, посвященные сезонным изменениям кардиореспираторной системы у лыжников массовых спортивных разрядов на территории Европейского Севера, носят единичный и фрагментарный характер [147, 156, 172]. 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 [31, 49], климатогеографические характеристики которых отличаются от условий Европейского Севера, поскольку, климат его давно определен многими исследователями, как особенно дискомфортный и суровый [13, 83, 193, 209].

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 программы «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).

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

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).

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Сезонные изменения кардиореспираторной системы у уроженцев Европейского Севера

Территория Российской Федерации располагается в арктическом, субарктическом, умеренном и субтропическом климатических поясах. На Севере России выделяют Азиатский Север (Тюменская, Томская, Камчатская, Магаданская, Сахалинская области) и Европейский Север, который занимает более 1 млн. кв. км, или 8,1% всей территории Российской Федерации, данный регион является самым большим по площади, и в тоже время самым малонаселенным [189, 205]. Значительную часть Европейского Севера занимает Архангельская область (587,3 тыс. кв. км). Так же в структуру региона входят Республика Карелия, Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Мурманская и Вологодская области. Несмотря на то, что регион находится в Европейской части страны, большая его часть, за исключением Вологодской области, расположена на территории Севера.

К специфическим сезонным факторам, характерным для северных широт, можно отнести резкие нарушения фотопериодизма, колебания атмосферного давления, температуры воздуха и воздействия электромагнитной природы [253, 269, 280].

Среди природно-климатических условий Севера имеется группа факторов, получивших название пульмонотропных и оказывающих непосредственное влияние на систему внешнего дыхания [7, 8, 80], которая, как известно, является самой открытой к контакту с окружающей средой и связано это с тем, что она не может быть защищена от внешних условий надежным искусственным барьером. Поэтому дыхательная система в большей степени, чем другие системы организма человека подвержена влиянию климатогеографических условий в годовом цикле.

В результате проведенных динамических исследований было установлено, что при переходе к холодному периоду года возрастает

нагрузка на дыхательную систему, что проявляется в снижении эффективности дыхания и приводит к недостаточности аэробного обеспечения организма при выполнении физических нагрузок. К концу зимы деятельность дыхательной системы нормализуется [106, 108].

Известно, что низкая температура воздуха является раздражителем рецепторов верхних дыхательных путей. В зимний период года прохождение холодного воздуха через верхние дыхательные пути вызывает изменение глубины и частоты дыхания. Интенсивное низкотемпературное воздействие на верхние дыхательные пути приводит к появлению поверхностного дыхания [213]. Прямое воздействие воздуха отрицательной температуры вызывает значительные изменения со стороны динамических легочных объемов и бронхиальной проходимости, что приводит к перестраиванию паттерна дыхания. Так, в теплый период года частота дыхания уменьшается, а в холодный - увеличивается. Местное воздействие холодного воздуха на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, трахеи, бронхиального дерева вызывает значительную потерю тепла и влаги, идущих на нагревание и увлажнение вдыхаемого воздуха [140, 164].

Известно, что показателем, отражающим функциональные возможности внешнего дыхания в целом, является величина жизненной емкости легких (ЖЕЛ). Установлено, что у лиц, родившихся и постоянно проживающих на территории Европейского Севера, фактические величины ЖЕЛ превышают должные значения [80, 102, 103, 217].

Также, под воздействием природно-климатических факторов Севера происходят изменения и в структуре ЖЕЛ. Так, фактические величины резервного объема вдоха ($PO_{вд}$) у жителей Севера снижены по сравнению с должными значениями, а резервный объемный выдоха ($PO_{выд}$) превышает должные значения [80]. Величина дыхательного объема у уроженцев Севера также превышает должные значения [80, 202].

В результате исследования, проведенного А.А Завьяловой (2012) [111], были выявлены сезонные особенности внешнего дыхания у детей-северян

11–14 лет, жителей Европейского Севера. Было установлено, что наиболее высокие значения показателей ЖЕЛ, $PO_{\text{выд}}$ и дыхательного объема (ДО) у девочек, а также ЖЕЛ у мальчиков наблюдались осенью. Минимальные величины ЖЕЛ, как у девочек, так и у мальчиков регистрировались весной. Наибольшие значения минутного объема дыхания (МОД) были выявлены осенью, что достигалось преимущественно за счет возрастания ДО. Интенсивность легочного газообмена у детей 11-14 лет максимальной была в осенний период года, когда были выявлены наиболее высокие значения показателей потребления кислорода ($PO_2/\text{кг}$) и выделения углекислого газа (ВУГ) [110].

Динамика внешнего дыхания у детей–северян, уроженцев Европейского Севера, старшего школьного возраста в годовом цикле изучалась Л.В. Чупаковой (2012) [201, 202]. Установлено, что максимальные значения статических легочных объемов и емкостей наблюдаются в осенне–зимний период года. Так, у мальчиков величина ЖЕЛ была максимальной осенью, а величины $PO_{\text{вд}}$ и ДО в зимний период года превышали летние значения. У девочек максимальное значение ЖЕЛ было установлено зимой. Наибольшие величины МОД у мальчиков регистрировались зимой и превышали летние значения, при этом увеличение МОД в большей степени происходило за счет возрастания величины ДО. У мальчиков в холодный период года отмечалось статистически-значимое снижение сопротивления дыхательных путей, а у девочек сезонные изменения сопротивления воздухоносных путей были статистически не значимы.

Также было установлено, что изменения кислородного запроса организма у детей, уроженцев Европейского Севера, зимой обеспечивались путем оптимизации условий газообмена в результате изменения соотношения статических легочных объемов: ДО, резервного объема выдоха ($PO_{\text{выд}}$), а в остальные сезоны года – изменением объема легочной вентиляции (МОД) [200].

При изучении адаптивных реакций системы внешнего дыхания у молодых лиц 18-22 лет уроженцев Европейского Севера в динамике сезонов года, Н.В. Ефимовой (2013) [103] было установлено, что у мужчин зимние значения ЖЕЛ и $PO_{вд}$ статистически значимо превышали летние показатели. У женщин также величины ЖЕЛ, $PO_{вд}$, $PO_{выд}$ и ДО зимой были больше, чем летом. В течение года изменялся и характер связей между показателями внешнего дыхания: в переходные сезоны года и зимой в формировании ЖЕЛ определяющим параметром в большей степени выступал $PO_{выд}$, чем ДО [163].

Также было выявлено, что наибольшие значения величины МОД у женщин регистрировались зимой, а у мужчин – осенью. Максимальные значения предельных и резервных возможностей аппарата внешнего дыхания приходились на зимний период года, как у мужчин, так и у женщин [102].

Сезонные реакции дыхательной системы у лиц юношеского возраста в условиях Кольского Заполярья были исследованы Ю.Ф. Щербиной (2013) [217]. Так, было установлено, что в период полярной ночи, по сравнению с полярным днем, возрастали величины ЖЕЛ, как у юношей, так и у девушек, а также ДО только у девушек. Кроме того, наблюдалась тенденция к увеличению $PO_{вд}$, $PO_{выд}$ как у юношей, так и у девушек, изменялась структура ЖЕЛ и характер взаимосвязей ее составляющих, указывающих на усиление роли $PO_{выд}$ [161]. Во время полярной ночи величина МОД превышала значения МОД в полярный день, однако эффективность вентиляции возрастала незначительно. Резервные возможности дыхательной системы в период полярной ночи, по сравнению с полярным днем уменьшались [216].

Известно, что на Севере относительная влажность воздуха вследствие низких температур во все времена года высока – 65-95%, но абсолютное содержание влаги в воздухе при низких отрицательных температурах в соответствии с законами физики мало. Так, в зимний период года содержание влаги в атмосферном воздухе составляет всего лишь в 1-3 г/м³ [86]. Поэтому

при вдыхании воздуха с низкой влажностью требуется большое количество секрета для увлажнения слизистой оболочки верхних дыхательных путей. В связи с этим морозный, сухой воздух может оказать высушивающее воздействие на слизистую оболочку, ухудшая, таким образом, условия газообмена [6, 62].

В зимний период года действие охлажденного и сухого воздуха на верхние дыхательные пути и бронхиальное дерево, а также на кожу лица, являющуюся зоной иннервации тройничного нерва, вызывает снижение температуры слизистых оболочек воздухоносных путей. Также происходит рефлекторное сужение просвета и сокращение гладкомышечного каркаса бронхов [183, 210, 227], что может приводить к значительному напряжению функции дыхания [212].

Проведенные в годовом цикле на Европейском Севере исследования Н.В. Ефимовой (2013) [105] показали, что в зимний период года у северян 18-22 лет наблюдалось уменьшение бронхиального сопротивления в бронхах крупного и среднего калибра. Исследования А.А. Завьяловой (2012) [109] показали, что у детей среднего школьного возраста, жителей Европейского Севера, наименьшее сопротивление дыхательных путей на уровне крупных и средних бронхов приходится на осеннее время года. Величины объемного форсированного выдоха за первую секунду ($ОФВ_1$), пиковой объемной скорости (ПОС), минутной объемной скорости при вдохе 25 и 50% ФЖЕЛ ($МОС_{25}$, $МОС_{50}$) и средней объемной скорости на участке 25-75% ФЖЕЛ ($СОС_{25-75}$) осенью были больше летних.

При изучении бронхиальной проходимости у жителей Крайнего Севера было установлено, что в период полярной ночи по сравнению с полярным днем происходит увеличение проходимости крупных и средних бронхов, которое более выражено у девушек, чем у юношей [215].

В ходе исследования, проведенного Н.Г. Варламовой с соавт. (2008) [59], было выявлено, что у молодых мужчин, жителей Республики Коми, в годовом цикле достоверно изменялись лишь скоростные характеристики

функции внешнего дыхания, временные функции не имели значимых различий. Также, для них были характерны увеличенные глубина дыхания, МОД и ЖЕЛ. Максимальные значения легочных объемов наблюдались в холодное время года (с ноября по апрель), минимальные – в теплое (с мая по сентябрь). Было отмечено также и большее значение скоростных показателей функции внешнего дыхания, в сравнении с таковыми для жителей средних широт, что свидетельствовало, по мнению авторов, об адаптивных реакциях функции внешнего дыхания и некотором ограничении бронхиальной проходимости на уровне средних и, особенно, мелких бронхов. Показатели ПОС, МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅ и СОС₂₅₋₇₅ у мужчин-северян в холодное время года больше, в теплое – меньше [60].

Изменение проходимости у жителей Европейского Севера в зимний период в крупных и средних бронхах, а именно уменьшение сопротивления вдыхаемому воздуху, также в своих исследованиях наблюдали также и Н. С. Копытова с А. Б. Гудковым (2007) [133]. По мнению авторов, выявленные особенности были необходимы организму для экономизации дыхания и поддержания гомеостаза в холодных климатических условиях. Кроме того, в зимний период наблюдалось увеличение жизненной емкости легких и минутного объема дыхания за счет увеличения дыхательного объема. Сезонная динамика показателей дыхательной системы указывала на компенсаторно-приспособительные сдвиги, направленные на оптимизацию процессов дыхания при изменении природно-климатических условий в течение года [133].

Помимо выполнения своей специфической функции, система внешнего дыхания активно участвует и в процессе терморегуляции [40, 187]. При выполнении физической работы, теплопотери с дыхательных путей возрастают еще в большей степени. Расчеты И.С. Кандрора (1968) [120] показали, что при работе человека в зимний период, на обогрев вдыхаемого воздуха идет до 12% общей теплопродукции, тогда как в комфортных условиях – всего 2%. Поэтому, выявленное А.Б. Гудковым и Ю.Р. Теддером

(1994) [76] увеличение минутного объема дыхания (МОД) у буровиков в Заполярье, может носить в том числе и компенсаторный характер в ответ на возможный ацидотический сдвиг крови, вследствие хронической гиповентиляции при вдыхании холодного воздуха [167].

Роль влияния холодового фактора в годовом цикле на регуляцию дыхания жителей высоких широт изучали также Ю.М. Перельман и Н.С. Прилипко (1999) [157]. В результате проведенного исследования было установлено, что у здоровых людей имеется сезонный ритм центральной регуляции дыхания, который заключается в снижении возбудимости дыхательного центра в холодный период года, сопровождающийся изовентиляторной перестройкой объемно-временной структуры дыхательного цикла с увеличением дыхательного объема и уменьшением частоты дыхания [223].

Сердечно-сосудистая система является одним из звеньев, лимитирующих кислородтранспортную функцию в организме человека, и поэтому она одной из первых вовлекается в компенсаторно-приспособительную деятельность целого организма [14, 224, 225]. Представляя собой основную систему транспорта энергии, сердечно-сосудистая система признана наиболее чувствительным индикатором адаптационно-приспособительной деятельности организма к изменяющимся условиям окружающей среды [79].

В результате ряда исследований были обнаружены сезонные влияния на сердечно-сосудистую систему такого фактора, как фотопериодизм, выражающиеся в изменении частоты сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (АД), общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС), систолического выброса (СВ) и минутного объема кровообращения (МОК) в годовом цикле на Севере [39, 132].

Сведения об уровне артериального давления у человека в теплый и холодный периоды года очень противоречивы. Ряд исследований указывает на нарастание зимой у жителей Севера напряженности деятельности

миокарда, заключающейся в повышении частоты сердечных сокращений, ударного объема и в проявлении признаков гипертрофии правых отделов сердца [61]. При этом если в одних исследованиях в самый холодный период года на Севере отмечается понижение диастолического артериального давления крови [61], то в других - его нарастание [97].

Вопрос об изменении артериального давления в условиях Севера до сих пор остается дискуссионным. Некоторые исследователи отмечали тенденцию к его снижению [37]. Однако, по данным, полученным А.П. Авцыным (1985) [6], А.А. Андрущенко с соавт. (2000) [20] и А.П. Кузнецовой (2011) [136], в условиях высоких широт прослеживается тенденция к повышению АД, что является следствием адаптации к условиям Севера и сопровождается развитием морфофункциональных изменений в сердечно-сосудистой системе. Повышение АД у жителей высоких широт в значительной мере определяется выраженностью экологически обусловленного северного стресса и его проявлений [5, 192]. Исходя из того, что холодовой фактор определяет состояние спазма периферических сосудов, можно предположить о фатальном гипертензивном влиянии холодного климата Севера.

Различные сезонные изменения выявлены и при изучении частоты сердечных сокращений. Так, имеются сведения о тенденции к развитию тахикардии у жителей Севера [22, 71, 159], а также развитию структурной неустойчивости сердечно-сосудистой системы в весенний сезон относительно других периодов года, что было выявлено в ходе анализа ритмической структуры сердечно-сосудистой системы в исследовании В.Н. Чесноковой (2010) [196].

Увеличение ЧСС у здоровых лиц в высоких широтах, свидетельствующее о напряженном функционировании сердечно-сосудистой системы уже в состоянии покоя, и прогрессирующее по мере увеличения срока проживания на Севере, приводит в конечном итоге к снижению резервных возможностей системы кровообращения, в частности, к

уменьшению хронотропного резерва сердца [64, 130]. Величина ЧСС постоянно изменяется в ходе сезонов года, о чем свидетельствуют результаты ряда исследований. Так, отмечалось повышение ЧСС в летний период, выявленные изменения могут указывать на снижение эффективности работы сердечной мышцы, так как повышение ритма сокращений происходит за счет сокращения общей паузы и уменьшения объема систолического выброса [131].

Уровень функционирования центрального и периферического кровообращения, а также ритма сердечной деятельности, зависит от преобладания или ослабления роли симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [11, 74, 131]. В ходе исследований было установлено, что для вегетативного индекса Кердо (ВИК) характерны сезонные колебания. Отрицательные значения ВИК отмечаются весной, а в остальные сезоны года вегетативный баланс смещен в сторону преобладания симпатического отдела вегетативной нервной системы [131]. Также в ходе исследований было установлено, что начальный период снижения температуры среды осенью приводит к усилению активности симпатической нервной системы, а к зиме усиливается влияние парасимпатической нервной системы на регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы в реакции на холод [2000].

Типы системного кровообращения являются объективным критерием специфических различий системной организации центральной гемодинамики у здоровых людей [179]. Учитывая, что уровень функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы определяет общие возможности всего организма при адаптации, то можно предположить, что люди с разными типами системного кровообращения будут отличаться и по диапазону приспособительных реакций. Однако, вне зависимости от типа кардиогемодинамики, у жителей Севера России наблюдается напряжение адаптивных механизмов сердечно-сосудистой системы в зимний период года,

а лица с гиперкинетическим типом кардиогемодинамики обладают наибольшей реактивностью сердечно-сосудистой системы [197].

Очевидной является роль холодного фактора в усилении напряженности деятельности сердечно-сосудистой системы человека [15, 94, 119]. Холод повышает систолическое артериальное давление, как за счет спазма периферических сосудов, так и увеличения ударного объема сердца [98].

В ходе исследований было установлено, что в зимний период года у жителей Европейского Севера сердечно-сосудистая система находится в состоянии функционального напряжения: повышаются диастолическое артериальное давление и величина ОПСС [162].

Также было выявлено, что наибольшее количество атипичных реакций в ответ на стандартную физическую нагрузку у мужчин-северян наблюдается зимой, у женщин – весной, что указывало на снижение у них резервных возможностей сердечно-сосудистой системы в эти периоды года [104].

Функционирование сердечно - сосудистой системы у северян в ноябре - декабре происходит в более напряженном режиме, чем в июне. В холодное время года увеличивается частота сердечного ритма, СВ и МОК, появляются признаки гиперфункции правых отделов сердца [57].

В результате ЭКГ-исследований у мужчин-северян было выявлено усиление электрической активности сердца в переходные периоды года (весной и осенью), что отражалось наибольшими амплитудами зубцов Q, R, S [82]. Так, весной амплитуда зубца Q во II стандартном отведении превышали летние значения у мужчин. Осенью зубцы R и S у мужчин были больше, чем зимой. Также в динамике годового цикла больше изменений электрической активности наблюдалось в левых отделах сердца, чем в правых.

При изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы северян Н.Г. Варламовой (2002) [58] было обнаружено, что характеристики электрокардиограммы у жителей севера отличаются от таковых у жителей средних широт наличием признаков физиологического

варианта гипертрофии правых отделов сердца, а также электрическая ось сердца отклоняется в более левое положение, в электрокардиограмме происходит уменьшение амплитуды зубцов R, T, сегмента ST, увеличение длительности интервалов R-R, Q-T и сегмента S-T.

Таким образом, функциональное состояние кардиореспираторной системы у взрослых во многом зависит от природно-климатических условий окружающей среды и времени года [15, 101, 144, 275]. Характер морфофункциональных изменений кардиореспираторной системы в динамике сезонов года у северян позволяет считать их проявлением защитно-компенсаторных реакций, направленных на уравнивание с изменяющимися условиями внешней среды в годовом цикле .

1.2. Особенности кардиореспираторной системы у спортсменов-лыжников

Лыжные гонки в северных регионах России являются достаточно популярным видом спорта [43, 46]. Передвижение на лыжах вовлекает в работу многие группы мышц и оказывает положительное воздействие на кардиореспираторную систему и организм в целом [171]. Однако в условиях Севера на организм спортсмена значительно влияют как климатические условия, так и постепенно увеличивающееся воздействие тренировочных нагрузок [4].

Физические нагрузки закономерно повышают кислородный запрос тканей [228, 245]. Это предъявляет повышенные требования к функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем [1, 67, 145, 194, 219, 248].

Лыжные гонки, как и бег на короткие, средние и длинные дистанции относятся к циклическим видам спорта [107, 268], которые требуют проявления выносливости, поскольку предполагают многократное

повторение стереотипных циклов движений. Главную роль играет скорость преодоления дистанции [28].

В ходе ряда исследований были определены лимитирующие факторы функционирования системы кровообращения лиц, тренирующихся на выносливость [127, 128]. Наибольшее значение имели показатели частоты сердечных сокращений, систолического артериального давления, ударного объема крови и минутного объема кровообращения, показатели артериального оттока и тонуса венозных сосудов [148, 217, 232, 249].

По данным различных исследований, частота сердечных сокращений у спортсменов циклических видов спорта может составлять всего 40-50 уд/мин. Синусовая брадикардия в покое (до 40 ударов в минуту и ниже), обычно наблюдается у высококвалифицированных спортсменов, причем среди мужчин она встречается чаще, чем среди женщин [65, 112, 129, 182, 274]. Некоторые авторы рассматривают спортивную брадикардию как проявление экономизации деятельности сердца [63, 121-124, 229, 250, 259]. Физиологическое уменьшение частоты сердечных сокращений снижает потребность миокарда в кислороде и удлиняет диастолу, что способствует более эффективной работе сердечно-сосудистой системы. Выше описанное является результатом систематических спортивных тренировок и связано с изменением вегетативной регуляции сердечной деятельности и преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм [63, 122, 233, 239, 251].

Показатель частоты сердечных сокращений широко используется для оценки функционального состояния, качества регулирования сердечной деятельности и адаптационных возможностей системы кровообращения при физических нагрузках [87, 90-92, 116, 117, 121, 259], что обусловлено простотой его определения и достаточно высокой информативностью. Известно, что с изменением функциональной нагрузки на сердце повышается роль инотропного компонента, т.е. возрастает сила сердечных сокращений одновременно с уменьшением ЧСС [2, 165].

Имеется множество исследований, направленных на изучение влияния спорта на уровень артериального давления и в частности оценки гипотонии, как проявления тренированности, однако единого мнения пока не существует. Ряд исследователей отмечают снижение уровня систолического давления у спортсменов [169], однако, другие не наблюдали спортивной гипотонии [47, 150, 249].

Наиболее глубоко влияние систематических тренировок на уровень артериального давления в покое было изучено А.Г. Дембо (1968) [87]. В ходе исследований он пришел к мнению, что снижение артериального давления у спортсменов, тренирующих выносливость, встречается тем чаще, чем выше уровень спортивного мастерства, стаж спортивных тренировок, их объем и интенсивность. Регулярные тренировки динамического характера сопровождаются артериальной гипотензией, в основе развития которой лежат адаптивные изменения артериальной сосудистой системы [113, 137, 139, 240, 241].

В своих исследованиях Е.М. Осколкова (2008) отмечала снижение диастолического артериального давления в группе спортсменов с возрастанием физической нагрузки [155].

Однако, не каждое снижение артериального давления является признаком высокой тренированности организма, гипотония также может быть следствием переутомления, нейроциркуляторной дистонии или следствием хронических инфекций [93].

Отдельное внимание стоит уделить вопросу ремоделирования сердечной мышцы под воздействием физических тренировок [243, 244, 278, 279]. Установлена высокая частота случаев внезапной коронарной смерти (в 2,4 раза чаще, чем в общей популяции) у спортсменов с гипертрофией миокарда, являющейся одной из основных характеристик «спортивного сердца» [18,19, 45, 69, 234, 254, 266, 267, 270, 273, 281].

У спортсменов циклических видов спорта специфическим морфологическим маркером «спортивного сердца» являются

физиологическая дилатация его полостей в результате значительного увеличения циркулирующего объема крови, венозного притока к сердцу, эвакуации крови в сосудистое русло с преодолением сопротивления в малом и большом кругах кровообращения [125, 221, 265, 266, 272, 277, 286]. Данные изменения характерны для нагрузок аэробного характера, при этом значительно повышаются минутный и ударный объемы крови [33, 69, 112].

Так, в ходе исследований были выявлены особенности, свидетельствующие об усилении функции кровообращения у лыжников в ходе тренировок, а именно, увеличение полостей сердца, нарастание СВ, увеличение периферического сосудистого сопротивления, снижение МОК и сердечного индекса (СИ) в покое [49, 168]. Известно, что наибольший уровень работоспособности при формировании выносливости связан с высоким уровнем МОК и более низкими значениями ОПСС [56, 222].

При сравнении показателей гемодинамики у спортсменов-лыжников и лиц не занимающихся спортом Гарганеева Н.П. с соавт. (2012) [65] установила, что для спортсменов характерны более высокие резервные возможности сердечнососудистой системы, также величина СВ и МОК статистически значимо была больше у лыжников по сравнению с лицами не занимающимися спортом.

В результате комплексных исследований кардиореспираторной системы у спортсменов циклических видов спорта Н.В. Ивановой (2011) [116, 117] было выявлено повышение СВ, синусовая брадикардия, сбалансированные влияния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, умеренный уровень гуморально-метаболических влияний на ритм сердца.

Несмотря на новые аппаратные и методические возможности диагностики, важным методом исследования сердечно-сосудистой системы по-прежнему остается электрокардиография [9, 141], которая отображает кумулятивные изменения, являющиеся результатом адаптивных реакций сердца к напряженной мышечной деятельности [142].

К основным особенностям ЭКГ у спортсменов можно отнести синусовую брадикардию, синусовую аритмию, сглаженный зубец Р, что является весьма характерным признаком у спортсменов, тренирующихся на выносливость, увеличение зубца R, увеличение вольтажа, что чаще всего связано с гипертрофией левого желудочка сердца и некоторое смещение вверх (до 2-3 мм) сегмента ST, особенно в грудных отведениях [48, 112, 126, 156, 237, 258, 261].

Неполную блокада правой ножки пучка Гиса у спортсменов циклических видов спорта отмечали многие исследователи [138, 177]. Авторы считали это не истинной блокадой, а замедлением проводимости в правом желудочке.

Изменения биоэлектрической активности сердца спортсменов также зависят и от возраста [55, 134, 147]. Было установлено, что у хорошо тренированных старшеклассников, занимающихся лыжным спортом, по сравнению с нетренированными сверстниками отмечается достоверное снижение частоты сердечных сокращений, нарастание брадикардии, снижение вольтажа и зубцов R в стандартных отведениях и его повышение в грудных отведениях [207]. У спортсменов среднего школьного возраста описанные выше показатели ЭКГ имеют идентичную направленность, но с меньшей степенью ее выраженности, также в младшем школьном возрасте в начальном периоде спортивной тренировки происходит временное, относительное ухудшение деятельности системы кровообращения, что выражается в нарастании явлений тахикардии, укорочении предсердно-желудочковой проводимости, укорочении электрической систолы. По мере нарастания уровня тренированности у спортсменов младшего возраста характер изменений ЭКГ свидетельствует о совершенствовании деятельности сердечно-сосудистой системы [3, 159, 235].

Рядом авторов у спортсменов циклических видов спорта была выявлена значительная степень парасимпатических влияний на сердце в покое, что повышает устойчивость организма к длительным и интенсивным

физическим нагрузкам в условиях спортивных тренировок и соревнований, когда фиксируются максимальные симпатические влияния вегетативной нервной системы [204]. Проведенные исследования Е.Л. Беловой и Н.В. Румянцевой (2009) показали, что у спортсменов лыжников с увеличением объема соревновательной нагрузки усиливаются симпатические влияния и ослабевают влияния парасимпатического отдела нервной системы [31].

Таким образом, сердечно-сосудистая система играет ведущую роль в обеспечении адаптации организма спортсмена к воздействию факторов внешней среды и физическим нагрузкам, лимитируя развитие приспособительных реакций организма. Обладая сложными нервно-рефлекторным и гуморальным механизмами, сердечно-сосудистая система благодаря тонким и чувствительным аппаратам саморегуляции активно участвует в процессах адаптации, лабильно реагируя на малейшие изменения потребностей отдельных органов и систем, согласовывая кровоток в них с гемодинамическими параметрами на организменном уровне [32, 33, 70, 146].

Одной из важнейших проблем квалифицированной подготовки спортсменов является адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам, оценка функционального состояния организма и обоснование эффективных способов управления тренировочным процессом [50, 56, 112].

Однако вопреки сложившемуся мнению, что выносливость находится в прямой зависимости от кислородтранспортной способности крови, васкуляризации мышц и совершенства регуляторных механизмов, обеспечивающих адекватное кровоснабжение их во время работы, внешнее дыхание вполне может лимитировать выносливость [26, 54, 99, 238, 242, 246, 276, 283].

Исследование особенностей реакции внешнего дыхания под влиянием тренировки в различных видах спорта является одной из важных проблем в изучении общего механизма адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам [41, 95, 100, 153, 284].

Как известно, именно механизмы кислородообеспечения напрямую связаны с энергетическим и функциональным состоянием отдельных органов и систем, лимитирующих выполнение физических нагрузок [166, 185]. В практике спортивной медицины измерение параметров функционирования системы внешнего дыхания играют важную, зачастую определяющую роль при планировании нагрузок [118, 166].

Анализ показателей аппарата внешнего дыхания у лиц с разной направленностью спортивной деятельности в исследованиях Н.В. Ивановой (2011) выявил наибольшие величины ЖЕЛ, ДО, МОД, МВЛ у спортсменов циклических видов спорта [116]. По мнению автора, у представителей циклических видов спорта система внешнего дыхания в покое работает более экономно: происходит снижение частоты дыхания, при этом несколько возрастает его глубина. Из одного и того же объема воздуха, пропущенного через легкие, извлекается большее количество кислорода [96].

При сравнении функционального состояния системы внешнего дыхания спортсменов, тренирующих выносливость, в том числе и лыжников, со студентами И.А. Погоньшевой (2006) была выявлена более низкая величина частоты дыхания [159]. Показатель ЖЕЛ и МВЛ у спортсменов был выше, чем у лиц, не занимающихся спортом. Достоверной разницы между показателями бронхиальной проходимости получено не было.

Величина минутной вентиляции легких (МВЛ) показывает, в какой мере эти возможности используются в действительности. Показатель легочной вентиляции можно использовать при отборе и прогнозировании спортивных результатов спортсменов [27, 44].

В норме МВЛ равна 80-100 л. в 1 мин, у тренированных спортсменов различных видов спорта может колебаться до 150-200 л. в 1 мин. и больше. У спортсменов, тренирующихся на выносливость, МВЛ достигает 130-150 л/мин и более [50, 149], при этом показатель МВЛ свыше 120 л, это критическая граница, требующая больших энергетических затрат для организма [29, 35, 191].

Интенсивная легочная вентиляция во время мышечной работы у спортсменов обеспечивается хорошим развитием дыхательной мускулатуры и снижением сопротивления движению воздуха в дыхательных путях [173, 178]. У спортсменов циклических видов спорта С.В. Стрельниковой с соавт. (2010) была выявлена достаточно хорошая проходимость дыхательных путей [178]. Некоторые авторы подчеркивают особую актуальность показателей бронхиальной проходимости для спортсменов, тренирующих выносливость [208, 236, 260]. В литературе, однако, описывается и транзиторное сужение дыхательных путей на уровне крупных бронхов или «астма физической нагрузки» [27, 271]. Механизмы этого явления до конца не выяснены [152, 226, 256, 285].

У спортсменов циклической направленности отмечалось увеличение ЖЕЛ, что, по мнению исследователей, связано с повышенной эластичностью легких у спортсменов [198, 88]. Регулярные физические нагрузки, сопровождающиеся усилением легочной вентиляции и циркуляции, приводят к повышению эластичности легочной ткани. Тренировка дыхательных мышц способствует увеличению эластичности внелегочных элементов грудной клетки. Рост эластичности легочной ткани сочетается с увеличением диффузной способности легких [27].

Рядом авторов было отмечено влияние сезонов года на динамику показателей системы внешнего дыхания лыжников средних широт, а именно, снижение величины ЖЕЛ летом, за счет уменьшения резервного объема вдоха [218].

Под влиянием систематических спортивных тренировок у спортсменов, как в покое, так и при стандартных нагрузках отмечается урежение дыхания и относительно меньшие величины легочной вентиляции [66, 93, 181, 182, 149].

В ходе исследований было установлено, что оптимизация внешнего дыхания к физическим нагрузкам происходит не за счет увеличения частоты

дыхательных движений, а за счет увеличения глубины дыхания, что характерно для спортсменов, развивающих выносливость [29, 182].

Снижение частоты дыхания некоторые исследователи рассматривают как проявление экономизации эффективности функционирования аппарата внешнего дыхания на фоне высоких адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы [96, 182, 203, 220].

Вид выполняемой спортивной деятельности напрямую влияет на механизм дыхательных движений, которые зависят от глубины и частоты дыхания, таким образом, происходит оптимизация акта дыхания к выполняемой физической нагрузке. Частота и ритм дыхания во время выполнения физических нагрузок зависят от характера и интенсивности работы, степени утомляемости спортсмена и особенностей внешней среды [38, 42, 115]. Вследствие чего, при физических нагрузках принцип экономизации функции внешнего дыхания реализуется посредством дальнейшего улучшения эффективности легочного газообмена на фоне увеличения МОД за счет преобладающего роста объема дыхания над его частотой [29, 53, 96].

В последнее время, достаточно большое внимание уделяется внедрению в тренировочный процесс дополнительных, т.н. эргогенических средств [174-176], с целью расширения диапазон адаптационных перестроек и повышения уровня физической работоспособности [195]. По мнению исследователей, данные методики повышают физическую подготовленность спортсменов за счет улучшения функционального состояния дыхательной мускулатуры, роста аэробной производительности организма и общей физической работоспособности [194].

Тренировки на выносливость в циклических видах спорта приводят к значительному повышению аэробных возможностей организма, что проявляется в нарастании таких интегральных показателей функционального статуса систем транспорта кислорода, как максимальное потребление

кислорода (МПК) и скорость погашения кислородного долга [32, 170]. Однако, А.П. Исаевым с соавт. (2011) [114] в ходе исследования лыжников-гонщиков высокой квалификации, было выявлено низкое значение уровня относительного максимального потребления кислорода (МПК). Исследователи предполагают, что адаптивно-компенсаторные процессы, определяющие физическую работоспособность, находятся на уровне молекулярно-клеточных процессов в митохондриях и капиллярах скелетных мышц [114].

Таким образом, под влиянием физических упражнений увеличиваются резервные возможности дыхания: отчетливо возрастает ЖЕЛ, большее количество кислорода используется из литра вентилируемого воздуха, возрастает кислородтранспортная функция кровообращения, растет кислородная емкость крови, совершенствуются механизмы тканевого дыхания, возрастает способность продолжения физических нагрузок в выраженных гипоксемических и гиперкапнических состояниях с образованием большего кислородного недостатка [92, 99, 198].

В процессе систематических спортивных тренировок у спортсменов улучшается нейрогуморальная регуляция дыхания при мышечной работе. Обеспечивается лучшее согласование работы дыхания при выполнении упражнений, как с мышечной, так и с другими функциональными системами организма; отмечается нарастание процессов экономизации системы дыхания и в условиях покоя, и при стандартных физических нагрузках [15, 89, 149].

Исходя из вышесказанного, уровень физической работоспособности у спортсменов-лыжников напрямую зависит от функционального состояния системы транспорта кислорода, основными звеньями которой являются сердечно-сосудистая система и система внешнего дыхания, которые

претерпевают ряд адаптационных изменений, направленных на приспособление к условиям, предъявляемым тренировочно-соревновательной деятельностью, а также динамически изменяющимся условиям внешней среды, что является существенным фактором в формировании функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов.

Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация исследования

Исследование функции кардиореспираторной системы проводилось осенью (сентябрь), зимой (январь), весной (апрель) и летом (июль) у одной и той же группы 38 мужчин в возрасте 18-22 лет (средний возраст: 19,6 (19,2; 21,7)), 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. Обследовались только здоровые лица, которых отбирали согласно официальным критериям ВОЗ, согласно которым здоровыми считаются те, кто не имеет хронических заболеваний, освобождения от работы по острому заболеванию, жалоб в день обследования и у кого при обследовании не обнаружили скрытую патологию органов дыхания и сердечно-сосудистой системы.

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.

Непосредственно до начала исследования осуществлялось измерение длины тела и веса. В последующем антропометрические данные использовались в качестве основы для расчета должных величин.

Поскольку антропометрические показатели в динамике обследования изменялись статистически незначимо (табл. 1), то и должные величины

**Антропометрические показатели обследованных спортсменов
лыжников (M±s)**

n=38

Показатели	Период обследования				p-уровень
	Осень	Зима	Весна	Лето	
Длина тела, см	179,9±3,9	179,4±4,1	176,9±3,8	179,8±3,7	$P_{I-II} > 0,05$ $P_{I-III} > 0,05$ $P_{I-IV} > 0,05$ $P_{II-III} > 0,05$ $P_{II-IV} > 0,05$ $P_{III-IV} > 0,05$
Масса тела, кг	66,6±3,5	66,3±3,4	66,5±3,4	66,2±3,5	$P_{I-II} > 0,05$ $P_{I-III} > 0,05$ $P_{I-IV} > 0,05$ $P_{II-III} > 0,05$ $P_{II-IV} > 0,05$ $P_{III-IV} > 0,05$

деятельности внешнего дыхания в разные сезоны года не имели значимых отличий.

Обследование проводилось в первой половине дня, через 1,5 – 2 часа после приема пищи, после 20 минутного отдыха, в комфортных микроклиматических условиях.

Показатели функции внешнего дыхания регистрировались в положении сидя, показатели функции сердечно-сосудистой деятельности – в положении сидя (измерение АД по методу Н.С. Короткова) и лежа на спине (запись реограммы и ЭКГ). Всего проведено 760 исследований, проанализировано более 10500 различных показателей (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика обследованных групп

№	Цель исследования	Вид исследований	Количество обследованных	Количество исследований (за 4 периода)	Количество показателей одного исследования, в т.ч. расчетные	Общее число показателей
1	Антропометрия	Измерение длины тела и веса	38	152	2	304
2	Оценка состояния внешнего дыхания	Спирография	38	152	17	2584
3	Анализ биоэлектрической активности миокарда	Электрокардиография	38	152	32	4864
4	Исследование показателей гемодинамики	Измерение артериального давления, реография	38	152	14	2128
5	Оценка физической работоспособности	Гарвардский степ-тест	38	152	5	760
	Всего		38	760	71	10640

2.2. Исследование сердечно-сосудистой системы

Сердечно-сосудистая система, выполняя свою главную функцию - обеспечение движения крови по всему организму, признана наиболее чувствительным индикатором адаптационно-приспособительной деятельности целого организма [14].

В основу определения показателей, отражающих состояние системной гемодинамики, были включены число сердечных сокращений (ЧСС), артериальное систолическое (САД) и диастолическое давление (ДАД). Артериальное давление (АД) и пульс измерялись в положении сидя. Пульс измерялся на лучевой артерии обеих рук в течение 60 секунд. Артериальное давление регистрировалось по методу Н.С. Короткова. Температура воздуха в медицинском кабинете поддерживалась в пределах 20-22°C. Перед началом обследования испытуемые не принимали тонизирующие препараты и продукты, такие как чай и кофе.

В физиологической практике после определения величин ЧСС и АД особый интерес представляет расчет следующих показателей: пульсового давления (ПД), среднединамического давления (СДД) по формуле Хикема, общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС) по формуле Пуазейла:

$$ПД = САД - ДАД, \text{ где}$$

САД – систолическое артериальное давление (мм рт.ст);

ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст);

$$СДД = ДАД + 0,42 ПД, \text{ где}$$

ДАД – диастолическое давление (мм рт.ст);

ПД – пульсовое давление (мм рт.ст);

$$ОПСС = СДД \times 1333 \times 60 / МОК, \text{ где}$$

СДД – среднединамическое давление (мм рт.ст);

МОК – минутный объем кровообращения (мл);

1333 – коэффициент для перевода в дины;

60 – число секунд в минуте;

Величина ОПСС рассчитывалась комплексом «Диамант-Р» в автоматическом режиме.

Одним из главных показателей функции сердца является величина систолического выброса (СВ). Определение СВ осуществлялось с использованием методики интегральной реографии тела по М. И. Тищенко (1972) с помощью 4-х канального, 3-х частотного реографа «Диамант-Р» (Комплекс КМ-АР-01, комплектация «Диамант-Р», сертификат соответствия Госстандарта РФ № РОСС RU.МЕ01.В05934). Перед началом записи реограммы обследуемый находился в положении лежа с наложенными электродами и с закрытыми глазами не менее 10 минут. Затем осуществлялась запись реограммы. Величина СВ рассчитывалась в автоматическом режиме с использованием формулы:

$$CB=0,275 \times (Y/Y_k \times L^2 \times C) / R \times D, \text{ где}$$

У - амплитуда анакроты (в мм);

Ук- амплитуда калибровочного импульса 0,1 Ом (мм);

С - длительность сердечного цикла (с);

D - длительность катакротической части кривой в этом же цикле (в с);

L - длина тела (см);

R - базовое сопротивление (в Ом), величина которого находится в пределах 180-400 Ом и определяется по шкале реографа.

Объем минутного кровообращения (МОК) рассчитывался по формуле:

$$МОК=СВ \times ЧСС, \text{ где}$$

СВ – систолический выброс (мл);

ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин).

Сердечный индекс определялся комплексом «Диамант-Р» в автоматическом режиме по формуле:

$$СИ = МОК / S, \text{ где}$$

МОК – минутный объем крови (л);

S – площадь поверхности тела (м^2).

Индекс мощности левого желудочка рассчитывался комплексом «Диамант-Р» в автоматическом режиме по формуле:

$$ИМЛЖ = 0,0022 \times СДД \times СИ, \text{ где}$$

0,0022 - множитель для выражения мощности в ваттах.

СДД – среднединамического давление (мм рт.ст);

СИ – сердечный индекс ($\text{л}/\text{м}^2$).

Показатель внешней работы миокарда определялся по формуле [10]:

$$ВРМ = (СДД \times СВ) / 1000, \text{ усл.ед., где}$$

СДД - среднединамическое давление (мм рт.ст);

СВ – систолический выброс (мл);

Индекс напряжения миокарда рассчитывался по формуле [10]:

$$ИНМ = (САД \times ЧСС) / 1000, \text{ усл.ед., где}$$

САД – систолическое артериальное давление (мм рт. ст.);

ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин).

Критерий эффективности миокарда определялся по формуле [10]:

$$КЭМ = ВРМ / ИНМ, \text{ усл. ед., где}$$

ВРМ - показатель внешней работы миокарда;

ИНМ – показатель индекса напряжения миокарда.

Адаптационный потенциал рассчитывался по формуле [24]:

$AP=0,011П+0,014САД+0,008ДАД+0,014В+0,009МТ-0,009Р-0,27$, где

П – частота пульса (уд/мин)

САД – систолическое артериальное давление (мм рт. ст.);

ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.);

В – возраст (г);

МТ – масса тела (кг);

Р – рост (см).

Для изучения кумулятивных изменений, являющиеся результатом долговременной адаптации сердца к напряженной мышечной деятельности, использовалась ЭКГ. Данная методика особенно информативна в отношении спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта, направленных на преимущественное развитие выносливости [142]. Электрокардиограмма записывалась компьютеризированным аппаратно-программным комплексом КМ-АР-01, комплектации «Диамант-К» в положении лежа на спине в 12 стандартных отведениях (I, II, III стандартные отведения по Эйнтховену, усиленные aVL, aVR, aVF по Гольдбергеру и однополосные грудные V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆ по Вильсону). Согласно общепринятым рекомендациям, методом ручного промера определялись длительность интервалов и зубцов ЭКГ и их амплитуда.

2.3. Исследование функции внешнего дыхания

В практике физиологии и спортивной медицины в целях оценки динамики функциональных возможностей системы внешнего дыхания широко используются характеристики легочных объемов и интенсивность легочной вентиляции.

При помощи методики спирографии у обследуемых оценивались следующие показатели:

1. Легочные объемы и емкости: ДО, РОвд, РОвыд, ЖЕЛ;
2. Показатели интенсивности легочной вентиляции: ЧД, МОД.
3. Показатели проходимости бронхов: ФЖЕЛ, ОФВ₁, индекс Тиффно (ИТ), ПОС (пиковая объемная скорость), МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅ (максимальная объемная скорость на участке 25, 50, 75 % ФЖЕЛ соответственно), СОС₂₅₋₇₅ (средняя объемная скорость на участке 25-75% ФЖЕЛ).

Для обследования использовался спирограф «Диамант-С» (Комплекс КМ-АР-01, комплектация «Диамант-С», сертификат соответствия Госстандарта РФ № РОСС RU.МЕ01.В05934).

Все спирографические исследования осуществлялись в медицинском кабинете, где записывались температура воздуха, влажность и атмосферное давление, для того чтобы иметь возможность все газовые объемы и емкости привести к стандартным условиям. Используемый спирограф "Диамант-С" осуществлял это в автоматическом режиме приводя легочные объемы, емкости и показатели вентиляции к стандартным условиям ВTPS (к условиям организма: температура тела (37°C), окружающему атмосферному давлению и полному насыщению водяными парами при этой температуре).

Испытуемый подключался к системе спирографа при помощи мундштука датчика спирографа, который предварительно дезинфицировался, на нос накладывался специальный мягкий зажим для исключения носового дыхания.

Для регистрации ЖЕЛ обследуемого просили выполнить несколько спокойных дыхательных циклов, после чего сделать максимально глубокий вдох и выдохнуть весь возможный объем воздуха из легких, акцентируя внимание не на силе или скорости выдоха, а на максимальной завершенности экспираторного маневра. При этом обследуемый задействовал резервный объем выдоха (РОвыд). Сразу же вслед за этим обследуемый из положения полного выдоха совершал как можно более глубокий вдох, до ощущения

максимального наполнения легких воздухом, тем самым задействовав резервный объем вдоха (Ровд).

Запись ЖЕЛ повторяли 2-3 раза с небольшими перерывами на отдых. Учитывался результат с самым высоким значением.

Для регистрации МОД, ЧД и ДО испытуемый спокойно дышал в датчик спирографа не менее двух минут. При этом на экране компьютера, подключенного к блоку спирографа, отображался график процесса дыхания. Запись параметров дыхания проводилась в режиме автоматизированной регистрации данных.

При исследовании легочных объемов, определялось количество воздуха, которое может быть выдохнуто при форсированном выдохе после максимального вдоха (ФЖЕЛ). Для этого испытуемому предлагали сделать максимально глубокий вдох, на несколько секунд задержать дыхание и с предельной быстротой сделать максимальный выдох. Исследование повторяли 2-3 раза с перерывами на отдых. Учитывался результат с самым высоким значением. При выполнении пробы ФЖЕЛ определялись параметры: ОФВ₁, ИТ, ПОС, МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅ и СОС₂₅₋₇₅.

2.4. Исследование физической работоспособности

Для определения функциональных резервов организма широко используются пробы с физической нагрузкой, которые позволяют определить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и выявить ее надежность при воздействии возмущающих факторов. Для спортсменов анализировать функцию системы кровообращения следует только при использовании проб с физической нагрузкой [23], в том числе и тех, которые используются и при исследовании физической работоспособности.

Физическая работоспособность обследованных лыжников-гонщиков рассчитывалась по методике Гарвардского степ-теста, согласно следующей методике [75]. Обследуемым предлагали выполнить мышечную работу в виде восхождений на ступеньку с частотой 30 раз в 1 мин. Высота ступеньки и время восхождения были рассчитана согласно возрасту и полу спортсменов и составили 50 см и 5 минут.

После окончания физической нагрузки испытуемый отдыхал сидя. Начиная со 2-й минуты у него 3 раза по 30-секундным отрезкам времени подсчитывалась ЧСС: с 60-й до 90-й, со 120-й до 150-й и со 180-й до 210-й секунды восстановительного периода. Значения этих трех подсчетов суммировалось и умножалось на 2 (перевод из уд/30 сек. в уд/мин). Результаты тестирования выражаются в условных единицах в виде индекса гарвардского степ-теста (ИГСТ), величина которого рассчитывается из уравнения:

$$\text{ИГСТ} = T(100/(f_2 + f_3 + f_4)) \times 2,$$

где T — фактическое время выполнения физической нагрузки в секундах;

f₂, f₃, f₄ — сумма ЧСС за первые 30 с каждой (начиная со 2-й) минуты восстановительного периода.

Величина 100 необходима для выражения ИГСТ в целых числах, а цифра 2 — для перевода суммы ЧСС за 30-секундные промежутки времени в число сердцебиений за минуту.

Оценка результатов Гарвардского степ теста проводилась по данным приведенным для представителей циклических видов спорта [142] (табл. 3).

Оценка Гарвардского степ-теста

Оценка	Величина ИГСТ у представителей циклических видов спорта
Плохая	Меньше 71
Ниже средней	71-80
Средняя	81-90
Выше средней	91-100
Хорошая	101-110
Отличная	Больше 110

2.5. Математико-статистическая обработка данных

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием пакета прикладных программ IBM SPSS 19.0 [51]. Анализ измеренных переменных на нормальность распределения осуществлялась с помощью описательной статистики (асимметрия, эксцесс) и 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 Бонферони [186].

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 [72].

Критический уровень значимости (P) принимался равным 0,05.

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Характеристика показателей деятельности системы внешнего дыхания у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года

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.

Величина жизненной емкости легких является важным показателем состояния системы внешнего дыхания. Анализ данных, полученных в ходе исследования, выявил сезонную динамику ЖЕЛ в течение годового цикла у лыжников (табл. 4). Этот показатель статистически значимо изменялся на протяжении сезонов года.

Так, осенью величина ЖЕЛ была больше на 16,8%, чем весной ($p < 0,001$) и на 16,2%, чем летом ($p < 0,001$) (рис. 1). Зимой этот показатель был больше на 20,9%, чем весной ($p < 0,001$) и на 20,2%, чем летом ($p < 0,001$). Статистически значимой разницы между значениями этого показателя осенью и зимой, так же как весной и летом не выявлено. Таким образом, максимальное значение ЖЕЛ было выявлено зимой, минимальное - весной, и разница составила 1,21 л.

При сравнении полученных нами показателей ЖЕЛ с результатами исследования Н.В. Ефимовой (2013) [105], изучавшей в динамике сезонов года состояние кардиореспираторной системы мужчин 18-22 лет, уроженцев г. Архангельска, не занимающихся спортом, было установлено, что сезонная кривая ЖЕЛ у лыжников и не спортсменов имеет одинаковую направленность. Однако у лыжников отмечается более значимое

Таблица 4

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}	P _{III-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	<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	0,003	1,0
РОВЫд, 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	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	<0,001
Евд, л	2,41 (2,32; 2,91)	2,94 (2,82; 3,03)	2,16 (1,68; 2,55)	2,52 (2,04; 2,91)	<0,001	1,0	1,0	<0,001	<0,001	<0,001
ЧД, кол/мин	11,5 (9,50; 15,43)	10,56 (8,78; 12,00)	12,2 (9,00; 14,74)	13,00 (11,00; 16,93)	<0,001	0,011	<0,001	<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	<0,001	0,03

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

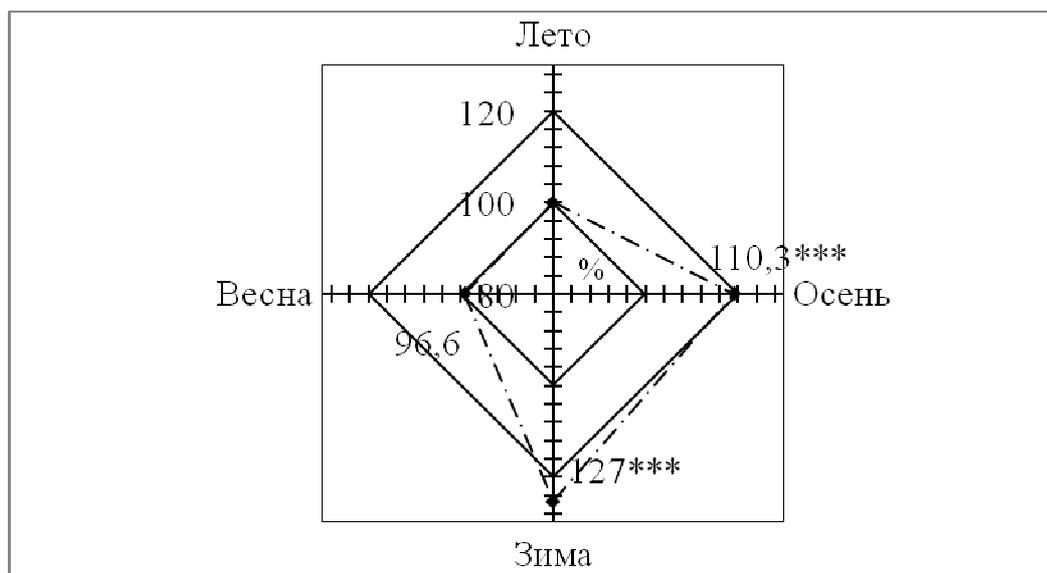


Рис. 1. Показатели ЖЕЛ у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: *** - $p < 0,001$

увеличение показателя ЖЕЛ от осени к зиме и составляет 16,2% процентов, в то время, как у мужчин-северян, не занимающихся спортом повышение этого показателя к зимнему времени года составило лишь 2,6%.

Известно, что величина ЖЕЛ является показателем, отражающим функциональные возможности системы внешнего дыхания в целом [25]. Этот показатель хорошо 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 метаболических потребностей организма связанных с повышением объемов физических нагрузок, характерных для соревновательного периода и воздействием неблагоприятных природно-климатических факторов, характерных для зимнего времени года.

В физиологических исследованиях дыхательной системы традиционно особое внимание уделяется анализу изменений объемов, составляющих ЖЕЛ [59, 85]. У обследованных лыжников значение величины ДО было больше на

29,6% зимой, по сравнению с осенью ($p < 0,001$), на 27,4% - по сравнению с весной ($p < 0,001$) и на 42,9% - по сравнению с летом ($p < 0,001$) (рис. 2).

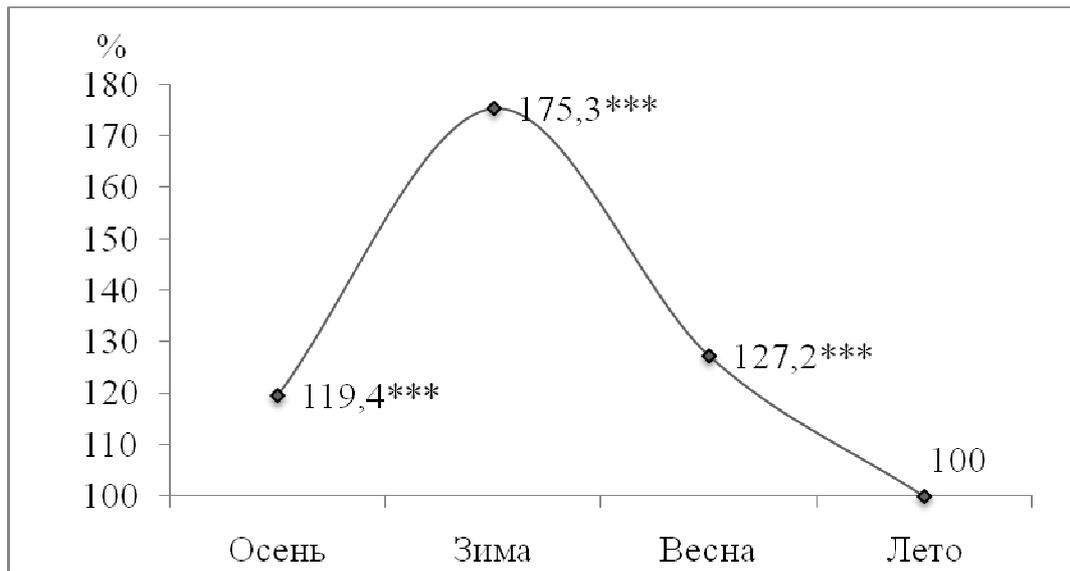


Рис. 2. Показатели величины ДО у лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: *** - $p < 0,05$

Минимальное значение величины ДО регистрировалось летом, максимальное - зимой, при этом разница составила 0,58 л. Значимых различий между осенним и весенним результатами не выявлено.

При сравнении полученных нами показателей ДО с данными Н.В. Ефимовой (2013) [105], было установлено, что сезонная кривая данного показателя у лиц не занимающихся спортом аналогична изменениям ДО у лыжников. Однако, у лиц не занимающихся спортом увеличение этого показателя зимой по сравнению с осенью составило всего лишь 8,5%, в то время как у лыжников произошло увеличение ДО на 46,7%.

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.

Так же в динамике сезонов года менялись и резервные объемы легких. Так величина $PO_{вд}$ имела наибольшее значение осенью, что на 32,6% выше, чем весной ($p < 0,001$) и на 25,7%, чем летом ($p = 0,006$) (рис. 3).

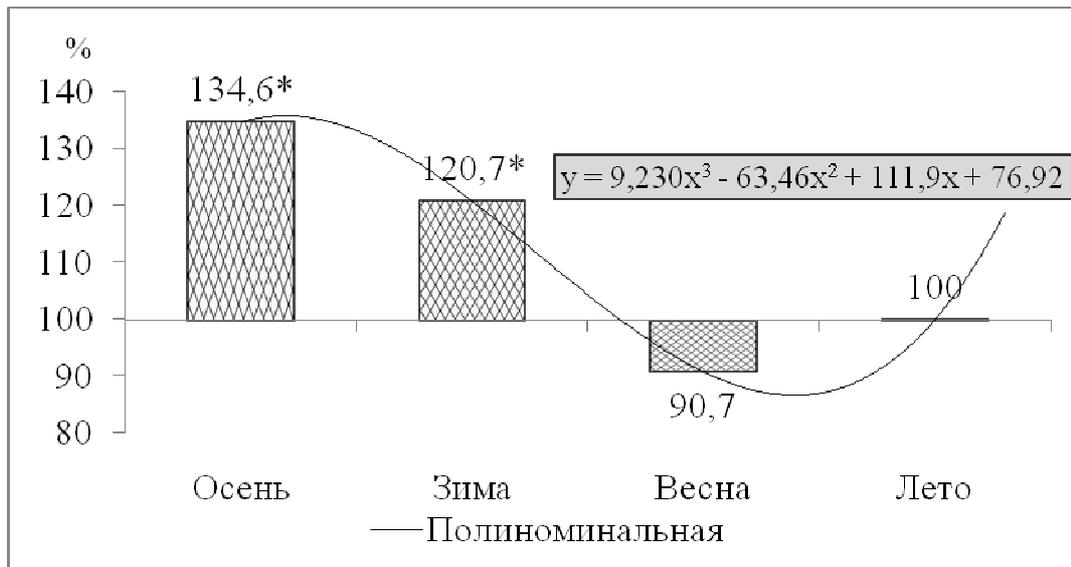


Рис. 3. Изменение величины PO_{вд} у лыжников в различные сезоны года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: $p < 0,05$

Весной PO_{вд} меньше, чем осенью ($p = 0,001$) и зимой, чем летом ($p = 0,003$). Статистически значимой разницы между показателями, полученными осенью и зимой, не выявлено. Аналогичная ситуация наблюдается и с сезонными изменениями величины PO_{выд} (рис. 4).

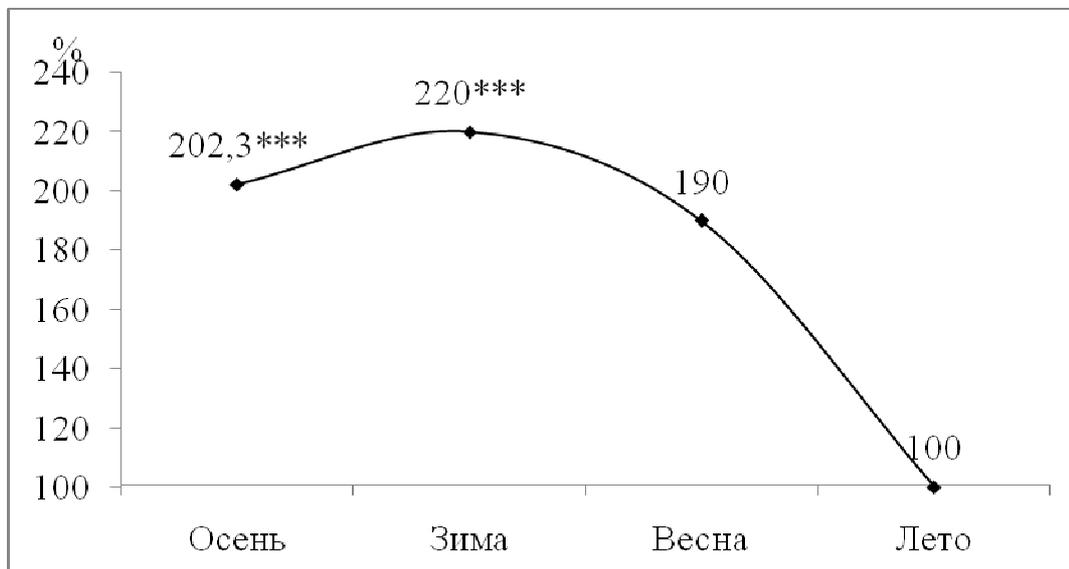


Рис. 4. Величина PO_{выд} у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: *** - $p < 0,001$

Осенью этот показатель был больше, чем весной на 6% ($p < 0,001$) и на 50,5%, чем летом ($p < 0,001$). Зимой данная величина была больше на 13,6%,

чем весной ($p < 0,001$) и на 54,5%, чем летом ($p < 0,001$). Значимой разницы между осенним и зимним этапами исследования, так же как и между весенним и летним не выявлено.

Известно, что величина емкости вдоха ($E_{вд}$) характеризует эластическую способность легочной ткани. Анализ полученных результатов при обследовании лыжников показал, что значение $E_{вд}$ зимой было больше на 18% по сравнению с осенью ($p < 0,001$), на 26,5% по сравнению с весной ($p < 0,001$) и 14,2% по сравнению с летом ($p < 0,001$). Также этот показатель весной меньше, чем летом на 16,6% ($p < 0,001$). Наибольшее значение этой величины зимой, возможно, указывает на использовании резервных ацинусов в дыхании при снижении температуры окружающей среды.

При сравнении статических легочных объемов лыжников с показателями, полученными в ходе исследования лиц, не занимающихся спортом на Европейском Севере Н.В. Ефимовой (2013) [105], было установлено, что у мужчин-северян максимальное значение $PO_{вд}$ регистрировалось осенью и зимой, а минимальное летом, в то время как наибольшее значение данного показателя у лыжников было выявлено осенью, а наименьшее весной. Изменение сезонной кривой $PO_{выд}$ у лыжников также отличалось от сезонной динамики этого показателя у лиц, не занимающихся спортом. Так наименьшее $PO_{выд}$ у лыжников было выявлено летом, а наибольшее зимой, при этом разница составила 54%. У мужчин-северян, не занимающихся спортом, наибольшее значение данного показателя было выявлено также в зимний период года, однако наименьшее значение регистрировалось весной с разницей в 9,4%. Также стоит отметить, что у лыжников $PO_{выд}$ 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 [77, 211]. Связано это с тем, что $PO_{выд}$ участвует в механизмах регуляции и накопления метаболического CO_2 , так как в функциональном отношении резервный объем выдоха является буферной емкостью проводящих путей, снижающей

возможность беспрепятственного выделения метаболического CO_2 через легкие наружу. Также $\text{PO}_{\text{вд}}$ позволяет постепенно снижать напряжение кислорода во вдыхаемом воздухе до уровня альвеолярного и, наоборот, препятствовать резкому снижению парциального давления углекислого газа в легких до уровня атмосферного давления, таким образом, данная величина выступает в роли своеобразного механизма шлюзования.

Таким образом, у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, в зимний период года происходит увеличение резервного объема выдоха, что направлено на стабилизацию дыхания. Существенная разница между максимальным и минимальным значениями $\text{PO}_{\text{вд}}$, а также динамикой изменения этого показателя по сравнению с лицами, не занимающимися спортом [105], вероятно связана с тренировочно-соревновательной деятельностью спортсменов.

В динамике сезонов года у обследованных спортсменов-лыжников изменяются не только значения статических легочных объемов и емкостей, но и характер связей между ними (табл. 5).

Так, осенью обнаруживается достоверная, средней силы связь между величинами ЖЕЛ и $\text{PO}_{\text{вд}}$. Весной и летом отмечается сильная корреляционная связь ($p < 0,001$) между этими показателями. В зимний период года теснота связи ЖЕЛ- $\text{PO}_{\text{вд}}$ ослабевает.

Таблица 5.

Коэффициент корреляции между величинами ЖЕЛ, $\text{PO}_{\text{вд}}$ и $\text{PO}_{\text{вд}}$ у лыжников, уроженцев Европейского Севера

n=38

Взаимосвязь	Осень	Зима	Весна	Лето
ЖЕЛ - $\text{PO}_{\text{вд}}$	0,656	(0,161)	0,729	0,787
ЖЕЛ- $\text{PO}_{\text{вд}}$	0,434	0,885	0,352	0,597
$\text{PO}_{\text{вд}}$ - $\text{PO}_{\text{вд}}$	(0,139)	(0,092)	(-0,197)	(0,085)

Примечание. Указан коэффициент корреляции Спирмена. Значения в скобках не значимы ($p > 0,05$).

В период от осени к зиме связь между ЖЕЛ и $PO_{\text{выд}}$ усиливается. Весной взаимосвязь между этими показателями характеризуется, как слабая, однако отмечается увеличение тесноты связей между ЖЕЛ и $PO_{\text{выд}}$ от весеннего времени года к летнему. Появление взаимосвязи между $PO_{\text{выд}}$ и ЖЕЛ в зимний период носит важное значение, поскольку это указывает на возрастание роли резервного объема выдоха для обеспечения функционирования организма спортсменов в зимний соревновательный период, для которого также характерно и усиление воздействия неблагоприятных природно-климатических факторов окружающей среды в этот сезон года.

Взаимосвязь между величинами $PO_{\text{вд}}$ и $PO_{\text{выд}}$ характеризуется как недостоверная и слабая во все сезоны года.

Большую ценность имеет анализ не только абсолютных значений $PO_{\text{вд}}$, $PO_{\text{выд}}$ и ДО, но и их относительных величин, в частности, отношение резервных объемов вдоха и выдоха к жизненной емкости легких (рис. 5).

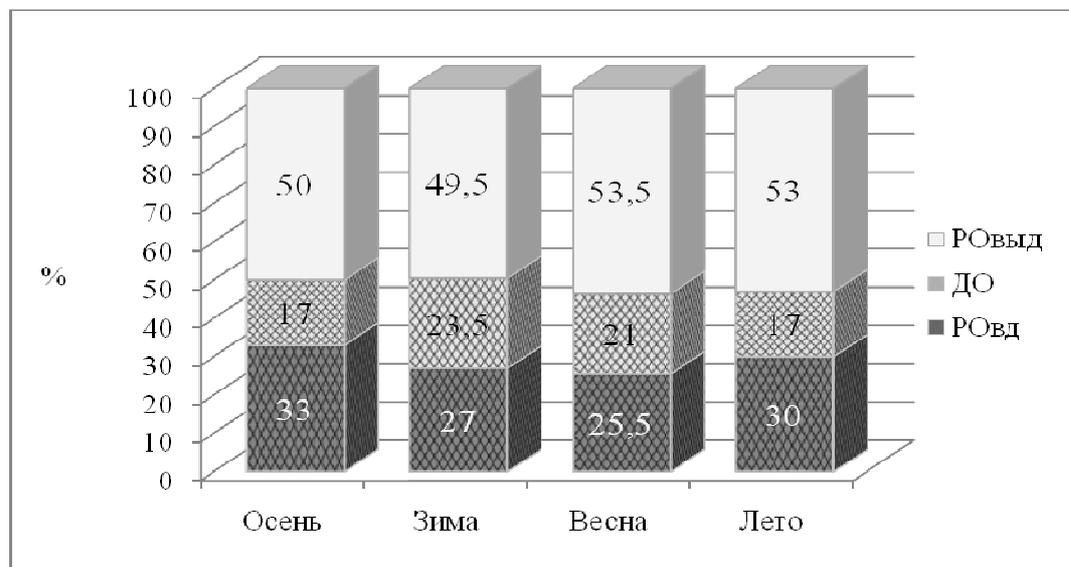


Рис. 5. Сезонная динамика у лыжников показателей, составляющих ЖЕЛ

Примечание. За 100% принят показатель ЖЕЛ соответствующего сезона года

Расчет процентного соотношения ДО к ЖЕЛ выявил, что при дыхании в состоянии покоя спортсмены-лыжники, уроженцы Европейского Севера, используют от 17% осенью и летом, до 21-23,5% зимой и весной.

Следовательно, летом более 83% и зимой более 77% величины ЖЕЛ при спокойном дыхании у них находится в резерве. При этом здоровые мужчины, уроженцы Европейского Севера, не занимающиеся спортом, по данным Н.В. Ефимовой (2013) [105], осенью и летом использовали от 7,2 до 7,7% ДО, а зимой и весной 8-8,2%.

Величина $PO_{\text{вд}}$ в динамике сезонов года у лыжников составила от 30% осенью и летом, до 23% зимой и весной. Величина $PO_{\text{выд}}$ у обследованных спортсменов составила от 50% осенью и зимой, до 53% весной и летом, что несколько меньше данных, приведенных для мужчин, не занимающихся спортом, уроженцев г. Архангельска 18-22 лет: от 52,8 до 54,5% ЖЕЛ [105]. Поскольку резервный объем вдоха и выдоха определяют способность дыхательной системы к увеличению количества вентилируемого воздуха [88], то можно сделать вывод, что в состоянии покоя спортсмены лыжники в меньшей степени используют резервные объемы дыхания, чем жители г. Архангельска, не занимающиеся спортом, при этом ДО на протяжении всех сезонов года в общей структуре ЖЕЛ у лыжников преобладает больше.

В годовой динамике у лыжников величина ЧД не превышала 13, что характерно для спортсменов, развивающих выносливость, и является физиологическим состоянием. При этом величина ЧД зимой была на 8,9% ниже, чем осенью ($p < 0,001$), на 15,5%, чем весной ($p = 0,011$) и на 23,1%, чем летом ($p < 0,001$). В осенний период года ЧД также ниже на 6%, чем в весенний ($p < 0,001$) и 13%, чем в летний период года ($p < 0,001$).

Необходимо отметить, что на всех этапах исследования у спортсменов-лыжников ЧД была ниже, чем у лиц, не занимающихся спортом [105]. Брадипноэ является физиологическим состоянием, для лиц тренирующих выносливость.

Известно, что показатель МОД тесно связан с изменениями ДО и ЧД и наиболее точно отражает степень адаптации и выраженность приспособительных механизмов, происходящих в системе внешнего дыхания [13]. При анализе результатов полученных у лыжников было выявлено

увеличение показателя МОД на 13,8% осенью по сравнению с весной ($p=0,001$) (рис. 6). Также значение МОД у лыжников зимой больше на 29,7%, чем весной ($p=0,001$) и 30,5%, чем летом ($p<0,001$).

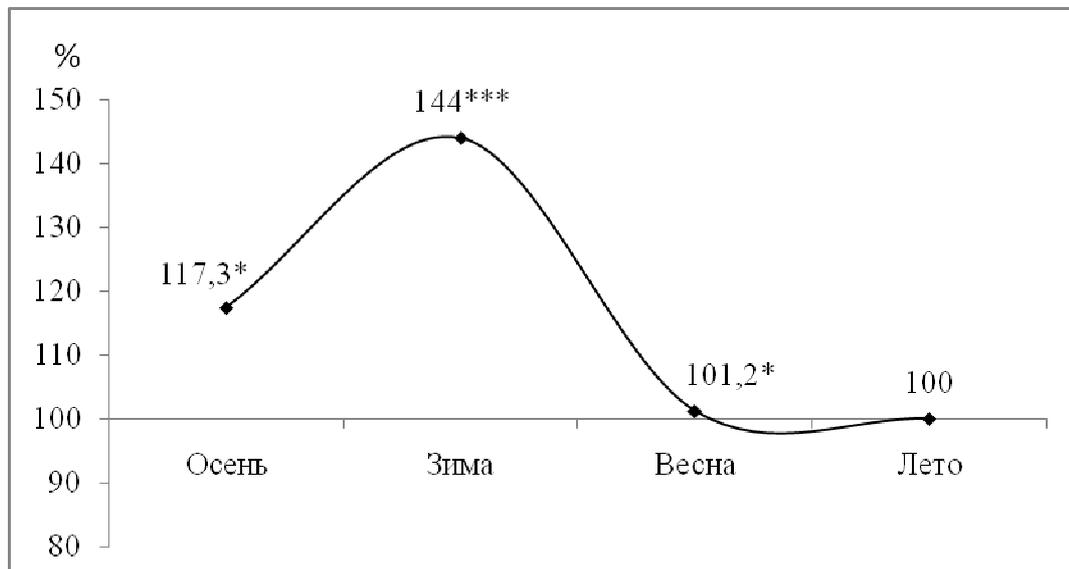


Рис. 6. Показатели МОД у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего периода года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: * - $p<0,05$, *** - $p<0,001$

При сравнении полученных результатов с данными, приведенными Н.В. Ефимовой (2013) [105], было установлено, что сезонная кривая МОД у мужчин, не занимающихся спортом, отлична от спортсменов-лыжников, так у мужчин-северян наблюдалось увеличение этого показателя от весны к осени и снижение от осени к зиме, причем минимальное значение МОД регистрировалось весной, а максимальное осенью и разница составила 16,6%.

У спортсменов лыжников максимальное значение исследуемой величины было выявлено 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.

Наряду с увеличением МОД зимой происходит и изменение структуры ЖЕЛ (снижение $PO_{вд}$ и $PO_{выд}$), что способствует снижению остаточного объема легких и увеличению времени соприкосновения респираторного

тракта с холодным воздухом. Таким образом, у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера в зимний период года наблюдается увеличение ЖЕЛ, $PO_{\text{выд}}$, ДО и МОД, которое является более выраженным, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Известно, что состояние воздухоносных путей является основополагающим фактором, позволяющим легким выполнять специфические функции газообмена [30, 80, 213, 230].

Статистический анализ полученных результатов выявил, что в годовой динамике у лыжников происходят значительные изменения величин, характеризующих проходимость воздухоносных путей (табл. 6).

При анализе спирометрии традиционно особое внимание уделяется оценке величины ФЖЕЛ, которая в достаточной степени отражает состояние бронхиальной проходимости. При анализе полученных у лыжников результатов, установлено, что величина ФЖЕЛ у них зимой больше на 13%, чем осенью ($p < 0,001$), на 23,9% по сравнению с весной ($p < 0,001$) и на 21,2% по сравнению с летом ($p < 0,001$). Наименьшее значение величины ФЖЕЛ выявлено в летний период года (рис. 7).

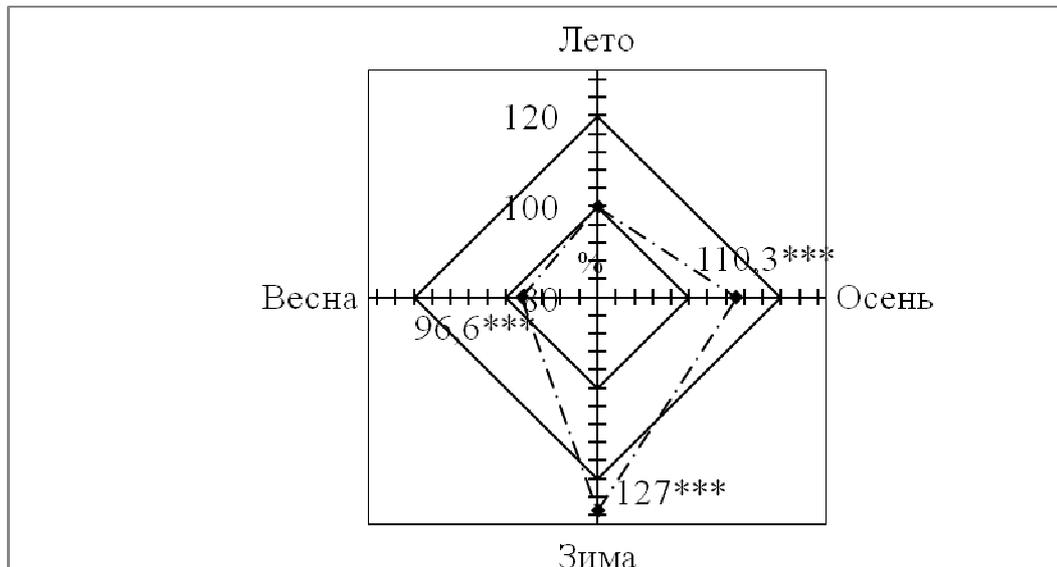


Рис. 7. Показатели ФЖЕЛ у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимо: *** - $p < 0,001$

Таблица 6

Изменение показателей проходимости воздухоносных путей у спортсменов-лыжников в различные сезоны года

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}	P _{III-IV}
ФЖЕЛ, л	4,25 (3,245; 5,22)	4,89 (4,36; 5,86)	3,72 (3,03; 4,11)	3,85 (3,16; 4,24)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ОФВ ₁ , л/с	3,85 (3,44; 4,18)	4,67 (4,26; 6,39)	3,52 (3,11; 3,85)	3,68 (3,27; 4,01)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ПОС, л/с	6,27 (6,07; 9,84)	9,44 (9,23; 9,91)	9,42 (9,21; 9,89)	6,18 (5,96; 9,75)	<0,001	<0,001	1,0	1,0	<0,001	<0,001
МОС ₂₅ , л/с	6,27 (6,07; 9,45)	9,13 (8,73; 9,55)	9,09 (8,70; 9,45)	6,04 (5,82; 8,92)	<0,001	<0,001	<0,001	1,0	<0,001	<0,001
МОС ₅₀ , л/с	5,15 (4,75; 6,40)	5,47 (5,27; 5,90)	5,45 (5,23; 5,89)	5,04 (4,64; 5,54)	p=0,001	p=0,001	<0,001	1,0	<0,001	<0,001
МОС ₇₅ , л/с	2,75 (2,45; 3,51)	2,56 (2,06; 2,98)	2,53 (2,04; 2,91)	2,64 (2,24; 3,13)	<0,001	<0,001	<0,001	1,0	p=0,02	p=0,014
СОС ₂₅₋₇₅ , л/с	4,65 (4,31; 6,20)	4,77 (4,57; 5,64)	4,75 (4,54; 5,63)	4,54 (4,14; 5,28)	1,0	1,0	<0,001	1,0	<0,001	<0,001
ИТ, %	88,99 (75,76; 93,52)	85,60 (74,51; 90,57)	85,58 (74,49; 90,58)	88,25 (75,65; 92,37)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

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

При сравнении полученных результатов с данными Н.Г. Варламовой (2008) [59], изучавшей проходимость дыхательных путей у жителей республики Коми, было установлено, что сезонная кривая ФЖЕЛ осенью и зимой у мужчин-северян 18-22 лет, не занимающихся спортом, изменялась таким же образом, как и у лыжников. Однако, необходимо отметить, что разница между анализируемым показателем в весенний и зимний периоды года у лыжников составила 24%, а у мужчин, не занимающихся спортом всего лишь 14,4%.

Известно, что в пробе форсированной ЖЕЛ объем форсированного выдоха за первую секунду ($ОФВ_1$) охватывает начальную и значительную часть ФЖЕЛ и отражает величину приложенного усилия, а также сопротивления внутрилегочных и внелегочных дыхательных путей [21]. Величина $ОФВ_1$ зависит от жесткости крупных бронхов и при затруднении проходимости бронхов величина $ОФВ_1$ может уменьшиться [8]. При оценке результатов, полученных у обследованных лыжников, отмечается увеличение показателя $ОФВ_1$ на 21,3% от осеннего периода года к зимнему ($p < 0,001$), наибольшее значение зарегистрировано весной и на 24,6% больше по сравнению с зимой ($p < 0,001$). Летом величина $ОФВ_1$ больше на 4,34% , чем весной ($p < 0,001$) (рис. 8).

По данным литературы, у мужчин, жителей республики Коми, не занимающихся спортом, сезонные изменения этого показателя от осени к весне имеют аналогичный вид [59], однако разница между осенним и зимним результатами не столь выражена и составляет лишь 8,6%.

Для более полного представления изменений, происходящих в дыхательных путях у лыжников, был произведен количественный анализ кривой форсированного выдоха с определением скоростных показателей.

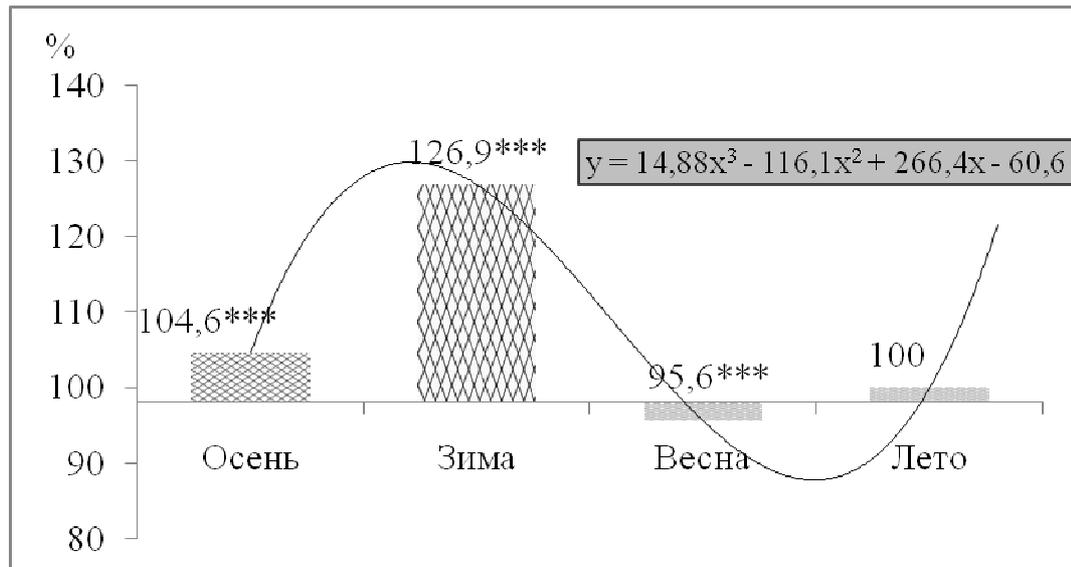


Рис. 8. Изменение величины $ОФВ_1$ у лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: *** - $p < 0,001$

Величина пиковой объемной скорости (ПОС), которая отражает максимальную скорость потока воздуха в процессе форсированного выдоха, была наибольшей зимой и весной, при чем зимой этот показатель был на 50,5% больше, чем осенью ($p < 0,001$) и на 52,7%, чем летом ($p < 0,001$) (рис 9).

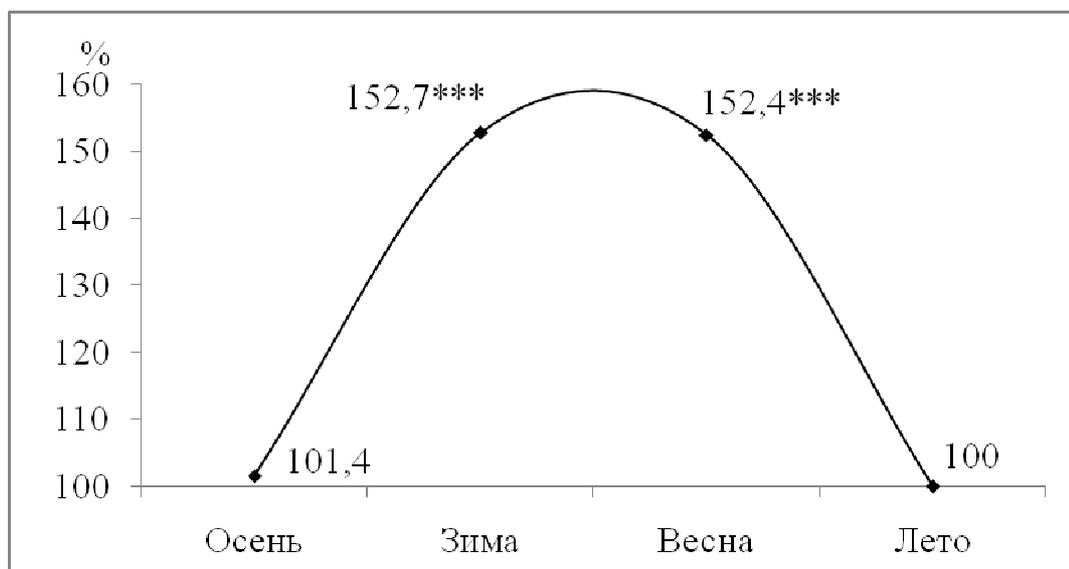


Рис. 9. Показатели ПОС у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: $p < 0,001$ -***

Наименьшее значение пришлось на осенний и летний периоды года. При этом статистически значимой разницы между показателями, полученными в остальные сезоны года, выявлено не было.

По данным литературных источников, у мужчин г. Архангельска, не занимающихся спортом [105], была выявлена схожая тенденция изменения величины ПОС в ходе сезонов года, разница между осенью и зимой составила лишь 11%.

Таким образом, увеличение значений ФЖЕЛ, ОФВ₁ и ПОС у спортсменов-лыжников зимой указывает на хорошую бронхиальную проходимость на уровне крупных бронхов в холодный период года.

При этом, было установлено, что у спортсменов-лыжников изменения бронхиальной проходимости в переходный период года (весной) более выражены, чем у лиц не занимающихся спортом [105], что вероятно может косвенно свидетельствовать о более значительном отеке и набухании слизистой крупных бронхов у лыжников весной, что подтверждается улучшением у них бронхиальной проходимости к летнему времени года. Так как форсированное дыхание - одна из форм функциональной нагрузки, выявляющей состояние как свойств легких, так и дыхательной мускулатуры, а именно силы и быстроты мышечного усилия, то выявленные изменения могут быть связаны с повышенным уровнем физической тренированности спортсменов в зимний соревновательный период и функциональным напряжением системы внешнего дыхания в переходные периоды года.

В физиологии дыхания значительный интерес также представляет изучение величин мгновенных объемных скоростей после выдоха на уровне 25, 50 и 75% от форсированной жизненной емкости легких.

После проведенного обследования лыжников были проанализированы величины МОС на различных участках ФЖЕЛ (МОС₂₅, МОС₅₀, МОС₇₅) и средней объемной скорости на участке 25-75% ФЖЕЛ (СОС₂₅₋₇₅). Величина СОС₂₅₋₇₅ наименьшее значение имела летом и была на 2,4% меньше, чем

осенью ($p < 0,001$), на 5% меньше по сравнению с зимой ($p < 0,001$) и 4,6% по сравнению с весной ($p < 0,001$) (рис. 10).

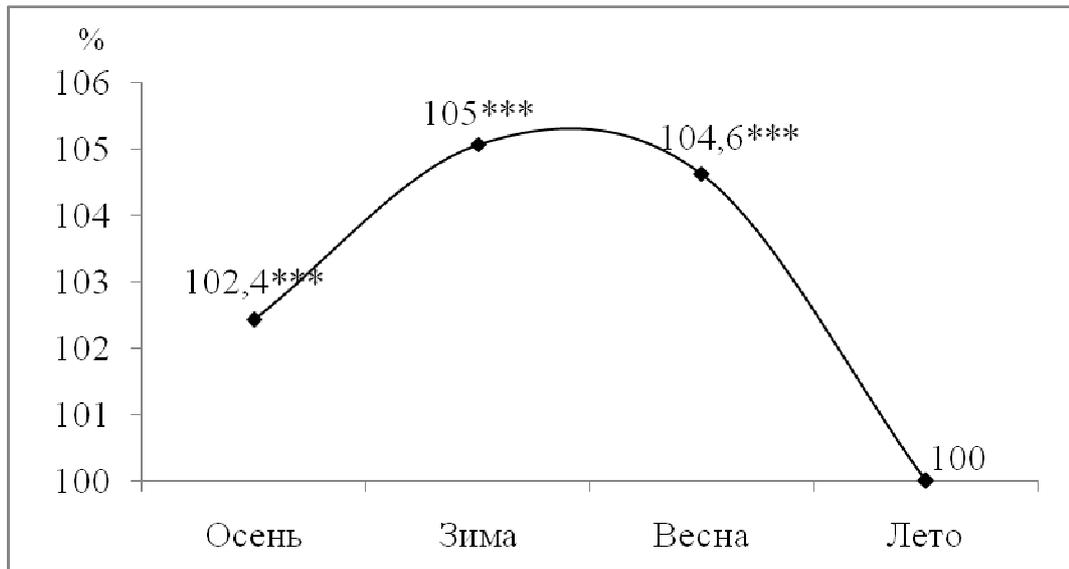


Рис. 10. Изменение величины СОС₂₅₋₇₅ у лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: *** - $p < 0,001$

Известно, что величина СОС₂₅₋₇₅ в меньшей степени зависит от произвольного усилия испытуемого в отличие от показателя ОФВ₁ [21].

Величина МОС₂₅ отражает состояние крупных бронхов. Установлено, что у лыжников зимой этот показатель был на 45,6% больше, чем осенью ($p < 0,001$), и на 51,1% , чем летом ($p < 0,001$) соответственно (рис. 11). Наименьшее значение МОС₂₅ имеет летом ($p < 0,001$). Осенью данный показатель меньше на 44,9%, чем весной ($p = 0,001$), но на 3,6% больше, чем летом ($p < 0,001$).

По данным литературы показатель МОС₂₅ у лиц старшего школьного возраста, не занимающихся спортом [199], уменьшался от осени к зиме и от весны к лету, в то время, как у лыжников этот показатель зимой и весной оставался неизменным.

Показатели МОС₅₀ и МОС₇₅ характеризуют состояние средних и мелких бронхов. Анализ результатов, полученных при обследовании лыжников, показал, что наименьшее значение величина МОС₅₀ имела летом.

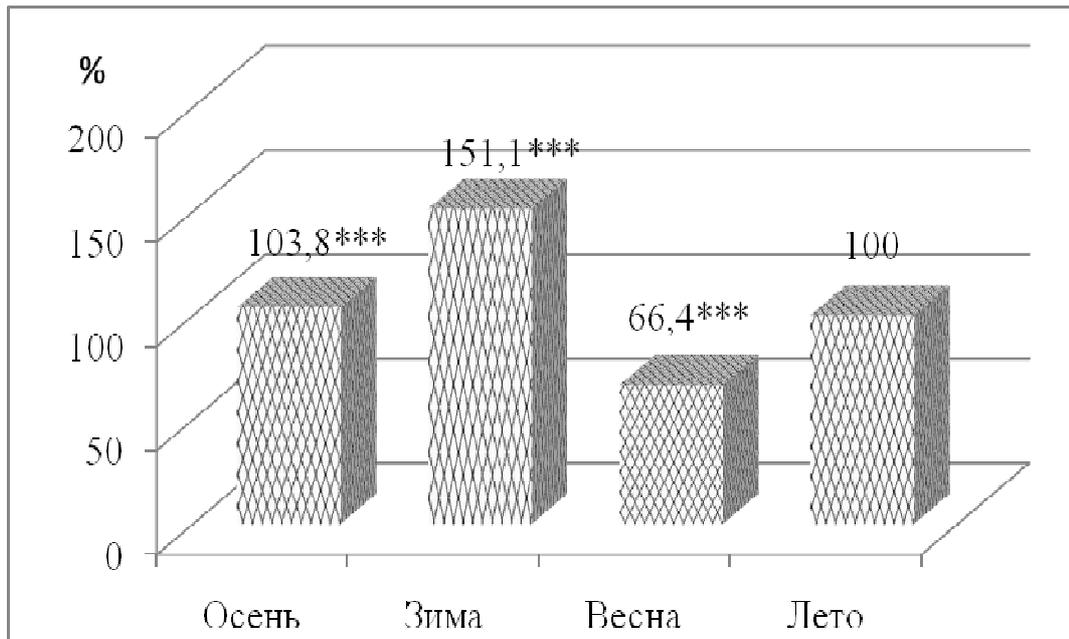


Рис. 11. Показатели $MOС_{25}$ у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: *** - $p < 0,001$

Осенью данный показатель был меньше на 6,2%, чем зимой ($p < 0,001$) и 5,2%, чем весной ($p < 0,001$) (рис. 12).

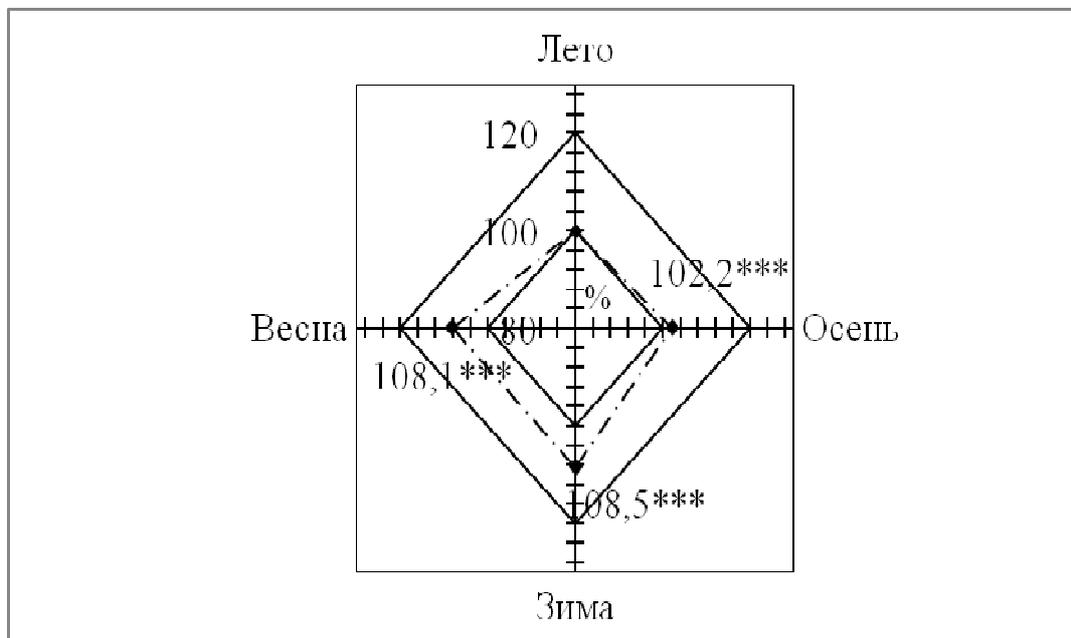


Рис. 12. Изменение величины $MOС_{50}$ у лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года статистически значимы: *** - $p < 0,001$

Величина $МОС_{50}$ наибольшее значение имела весной и зимой ($p < 0,001$). Осенью эта величина была больше, чем летом на 2,1% ($p < 0,001$). Статистически значимой разницы между значениями, полученными зимой и весной, не выявлено.

Сезонная кривая величины $МОС_{50}$ у мальчиков старшего школьного возраста, не занимающихся спортом, установленная в исследовании Л.В. Чупаковой (2013) изменялась аналогично, как и у лыжников [202].

При анализе величины $МОС_{75}$ у лыжников установлено, что она осенью была на 7% больше, чем зимой ($p < 0,001$), на 8% больше, чем весной ($p < 0,001$) и на 4% больше по сравнению с летом ($p < 0,001$) (рис. 13).

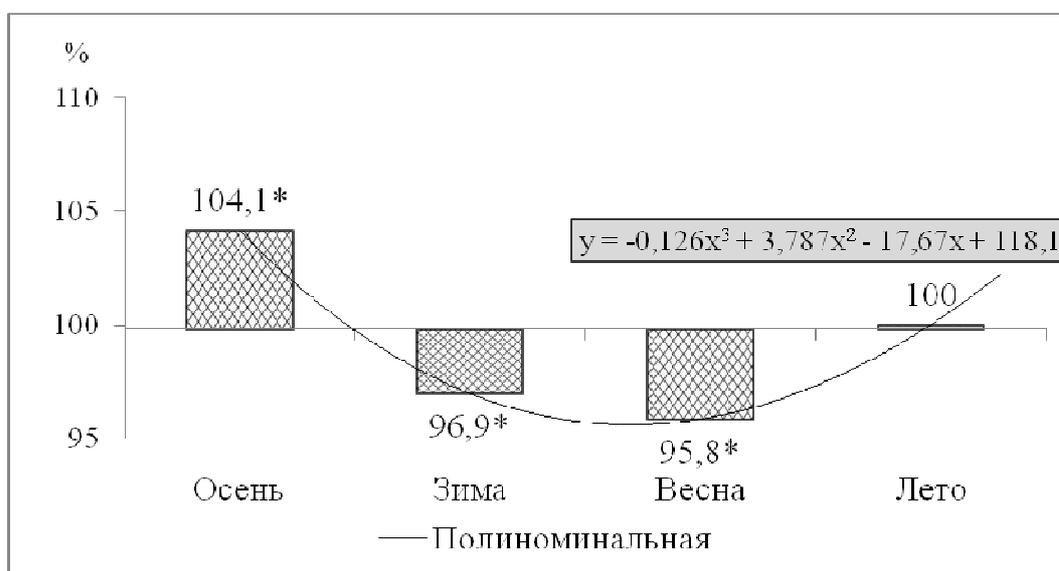


Рис. 13. Изменение величины $МОС_{75}$ у спортсменов-лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% приняты показатели летнего сезона года.

Различия по сравнению с летним сезоном года достоверны: * - $p < 0,05$

Следует отметить, что величина $МОС_{75}$ у лиц старшего школьного возраста, не занимающихся спортом, в динамике сезонов года наибольшее значение имела осенью, а наименьшее весной [202]. Таким образом, у лыжников отмечается снижение проходимости мелких бронхов от осени к весне.

Для оценки бронхиальной проводимости был определен индекс Тиффно (ИТ), однако, статистически значимых различий при сравнении полученных результатов выявлено не было.

В динамике сезонов года у спортсменов лыжников отмечается тенденция к улучшению проходимости воздухоносных путей на уровне крупных бронхов в зимний период года, что является компенсаторно-приспособительной реакцией на изменяющиеся условия окружающей среды. В весенний период года была выявлена тенденция к снижению проходимости крупных бронхов, однако проходимость мелких бронхов в этот период года оставалась на том же уровне, что и в зимний.

Таким образом, в ходе сезонов года у лыжников происходят изменения как статических легочных объемов и емкостей, так и динамических показателей системы внешнего дыхания. Наибольшие значения величин ЖЕЛ, $PO_{\text{выд}}$, ДО и МОД были выявлены в зимний период года, также как и улучшение бронхиальной проводимости на уровне крупных бронхов. Выявленные изменения не в полной мере характерны для мужчин, проживающих на Севере и не занимающихся спортом [59, 105, 202], следовательно, можно сделать вывод, что установленные особенности у лыжников являются адаптивной реакцией системы внешнего дыхания не только на сезонные изменения природно-климатических условий, но и на физическую нагрузку.

3.2. Анализ показателей биоэлектрической активности миокарда у лыжников в различные сезоны года

В настоящее время, несмотря на новые аппаратные и методические возможности диагностики, важным методом исследования сердечно-сосудистой системы по-прежнему остается электрокардиография (ЭКГ) [9, 73, 84]. Европейское сообщество кардиологов, так же как и Международный

олимпийский комитет, рекомендуют алгоритм кардиологического скрининга спортсменов, неотъемлемой частью которого является ЭКГ [262]. Электрокардиография отображает кумулятивные изменения, являющиеся результатом адаптивных реакций сердца, как к напряженной мышечной деятельности, так и к климатическим влияниям окружающей среды [58, 81, 135, 142].

При статистическом анализе результатов ЭКГ во втором стандартном отведении у лыжников были выявлены сезонные изменения ряда показателей (табл. 4).

Известно, что биоэлектрическую активность левого и правого предсердий, а именно процесс их деполяризации, отображает зубец Р.

При анализе результатов, полученных у лыжников, наблюдается снижение этого показателя зимой по сравнению с осенью ($p=0,003$), весной ($p=0,026$) и летом ($p<0,001$) (рис. 14).

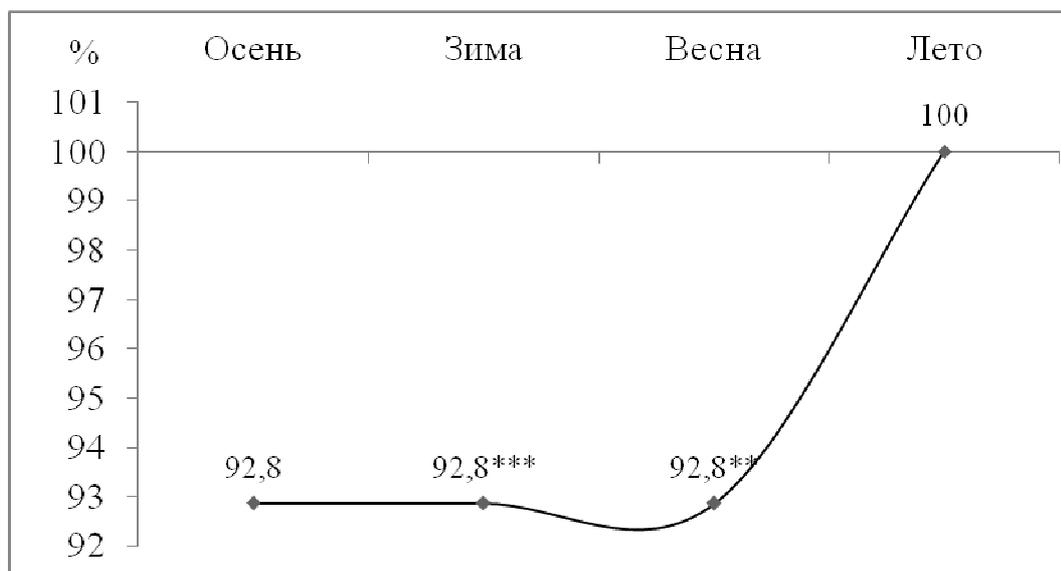


Рис. 14. Амплитуда зубца Р в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников.

Примечание. За 100% принята амплитуда зубца Р в летний период года.

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

При этом, данный показатель выше в летний период года, чем в весенний ($p=0,007$) и зимний ($p<0,001$).

Таблица 4.

Годовая динамика изменений ЭКГ- показателей во II стандартом отведении 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}	p _{III-IV}
P, mV	0,13±0,04	0,13±0,01	0,135±0,01	0,14±0,02	0,008	0,026	1,0	1,0	<0,001	0,007
Q, mV	-0,067±0,004	-0,072±0,003	-0,069±0,025	-0,066±0,001	<0,001	1,0	1,0	1,0	0,003	0,008
R, mV	1,21±0,02	1,20±0,03	1,21±0,04	1,21±0,03	<0,001	1,0	1,0	1,0	<0,001	1,0
S, mV	-0,17±0,01	-0,17±0,01	-0,17±0,02	-0,17±0,01	<0,001	1,0	1,0	1,0	<0,001	1,0
T, mV	0,41±0,01	0,42±0,01	0,42±0,02	0,42±0,02	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P-Q, с	0,16±0,01	0,17±0,02	0,16±0,04	0,16±0,03	0,001	1,0	1,0	<0,001	<0,001	1,0
Q-T, с	0,44±0,005	0,443±0,004	0,441±0,001	0,441±0,002	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
R-R, с	0,91±0,01	1,06±0,02	0,93±0,02	0,92±0,03	0,001	0,006	1,0	<0,001	<0,001	1,0

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось параметрическим критерием Т-Стьюдента, (M±s)

Процессу распространения возбуждения по предсердиям соответствует интервал P-Q. Продолжительность этого интервала у всех обследованных спортсменов укладывалась в пределы физиологической нормы. Наблюдалось удлинение данного интервала зимой, по сравнению с осенью ($p < 0,001$), весной ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$) (рис. 15).

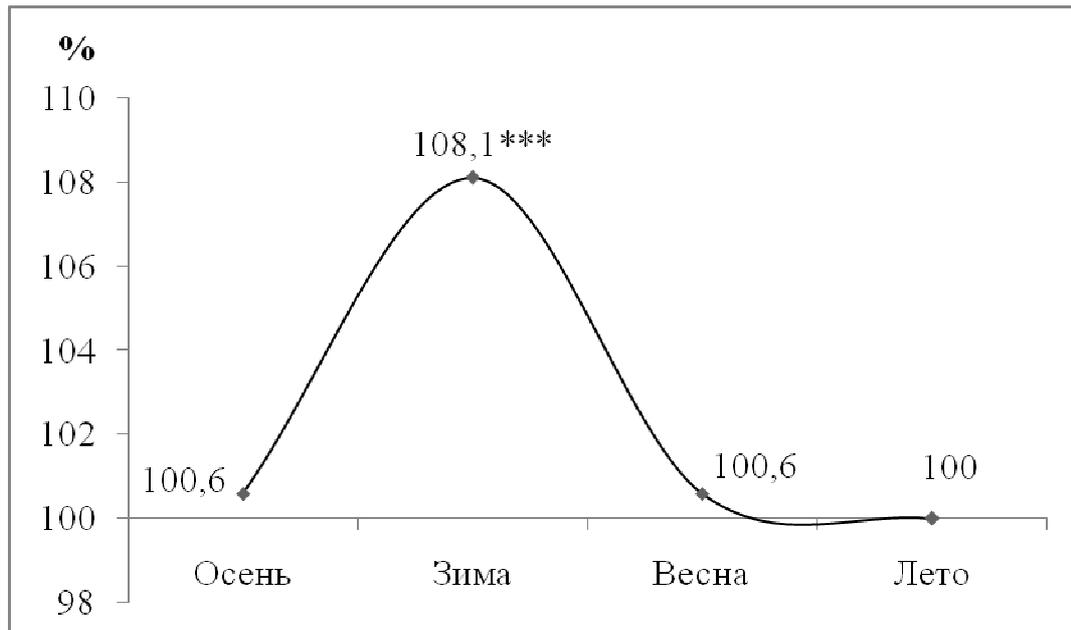


Рис. 15. Продолжительность интервала P-Q в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников.

Примечание. За 100% принята продолжительность интервала P-Q в летний период года.

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

Снижение высоты зубцов P и удлинение интервала P-Q зимой, вероятно, связано с ухудшением распространения возбуждения в мышечных волокнах, что отчасти может быть связано с гипоксическим состоянием миокарда, когда возникает снижение биологического окисления и энергетический дефицит ослабляет функцию сердца [58]. Кроме этого, снижение амплитуды зубца P, так же как и удлинение интервала P-Q зимой, может быть связано с повышением тонуса парасимпатической иннервации сердца [159].

Анализ деятельности желудочков сердца лыжников во втором стандартном отведении также выявил наличие сезонных изменений (рис. 16).

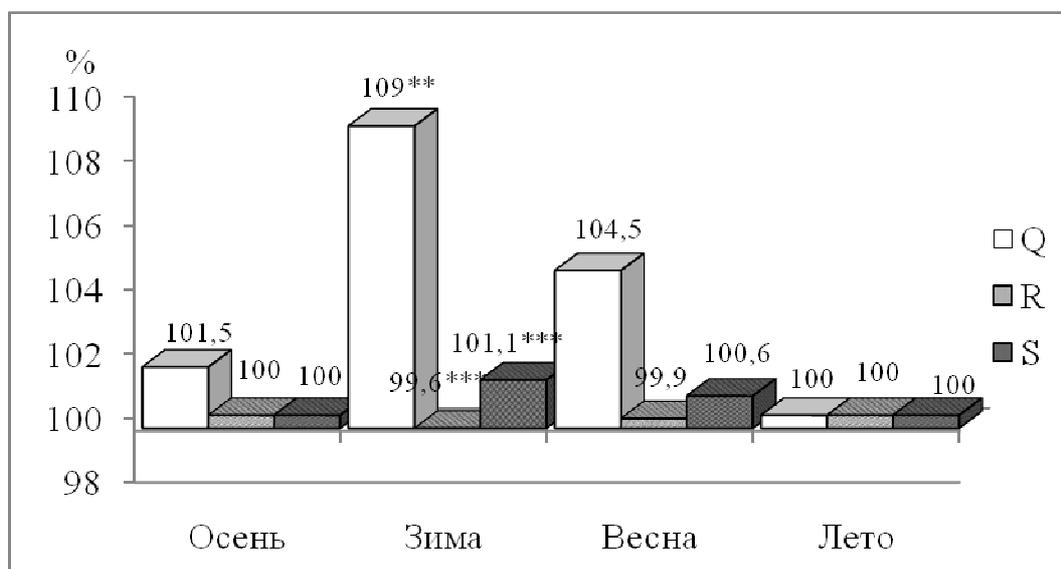


Рис. 16. Сезонные изменения амплитуды зубцов желудочкового комплекса во II стандартном отведении

Примечание. За 100% принята величина соответствующего зубцы летом.

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

Начало распространения импульса по желудочкам, а именно по межжелудочковой перегородке, отражается зубцом Q. Амплитуда этого зубца зимой больше, чем осенью ($p < 0,001$) и летом. Статистически значимых различий между зимним и весенним показателями не выявлено.

Таким образом, установленное снижение амплитуды зубца Q осенью и летом у лыжников указывает на снижение биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки в эти сезоны года, а выявленная наибольшая величина зубца Q зимой и весной - на усиление ее биоэлектрической активности.

Известно, что зубец R соответствует процессу дальнейшего распространения возбуждения по миокарду правого и левого желудочков и отражает возбуждение верхушки сердца, а распространение электрического

импульса в базальных отделах правого и левого желудочков отражает зубец S [141, 154].

При обследовании лыжников установлено, что высота зубца R меньше значение имела в зимний период, в сравнении с осенним ($p < 0,001$) и летним. При анализе амплитуды зубцов R, полученных на других этапах исследования, статистически значимой разницы не выявлено.

Амплитуда зубца S большей оставалась зимой, в сравнении с осенними ($p < 0,001$) и летними ($p < 0,001$) результатами. Статистически значимой разницы между показателями, полученными в зимний и весенний период, не выявлено.

Известно, что зубец T отражает процесс быстрой реполяризации миокарда желудочков [77, 154]. Наибольшее значение высота зубца T имела зимой, что значимо больше, чем осенью ($p = 0,008$), весной ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$) (рис. 17).

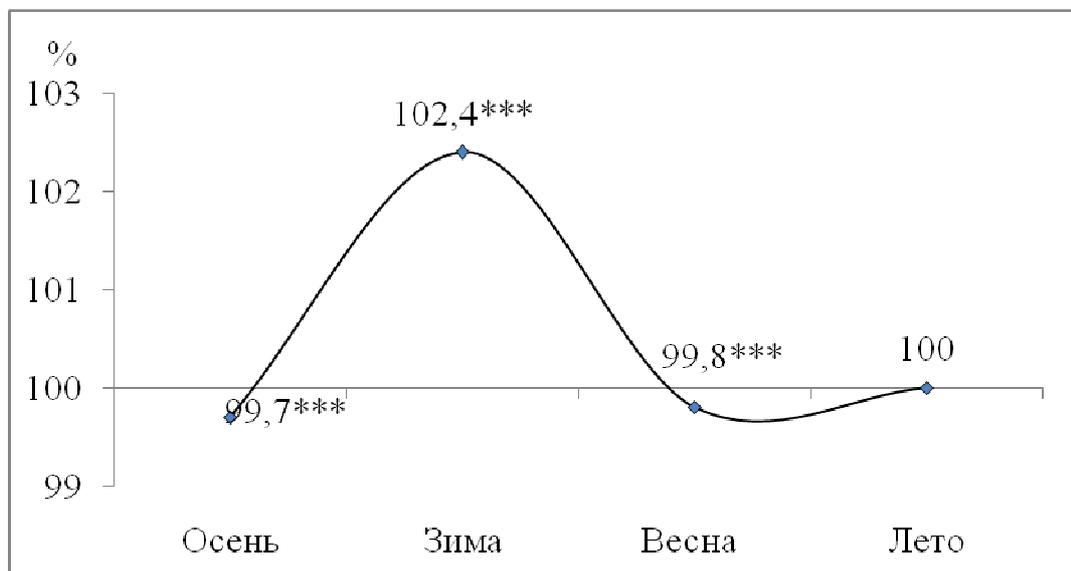


Рис. 17. Изменение высоты зубца T во II стандартном отведении у лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% принята высота зубца T летом.

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

В весенний период высота зубца T больше, чем осенью ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$). В летнее время года значение описываемого показателя

больше, чем в осеннее ($p < 0,001$). Зубец Т также отражает течение обменных процессов в миокарде, следовательно, выявленное увеличение его амплитуды, указывает на усиление функции сердечной мышцы в холодный зимний период года.

Полученные у лыжников данные не характерны для лиц 18-22 лет, не занимающихся спортом и проживающих в условиях Европейского Севера, у которых процесс реполяризации желудочков имеет наибольшую активность осенью [105].

Интервал Q-T, определяемый как электрическая систола сердца, во II стандартном отведении наибольшую длительность у лыжников имел в зимний период времени, однако, статистически значимых различий между исследуемыми величинами выявлено не было.

Анализ продолжительности интервала R-R выявил его увеличение у спортсменов на зимнем этапе исследования. Данный показатель в этот период года был больше, чем осенью ($p < 0,001$), весной ($p = 0,006$) и летом ($p < 0,001$) (рис. 18).

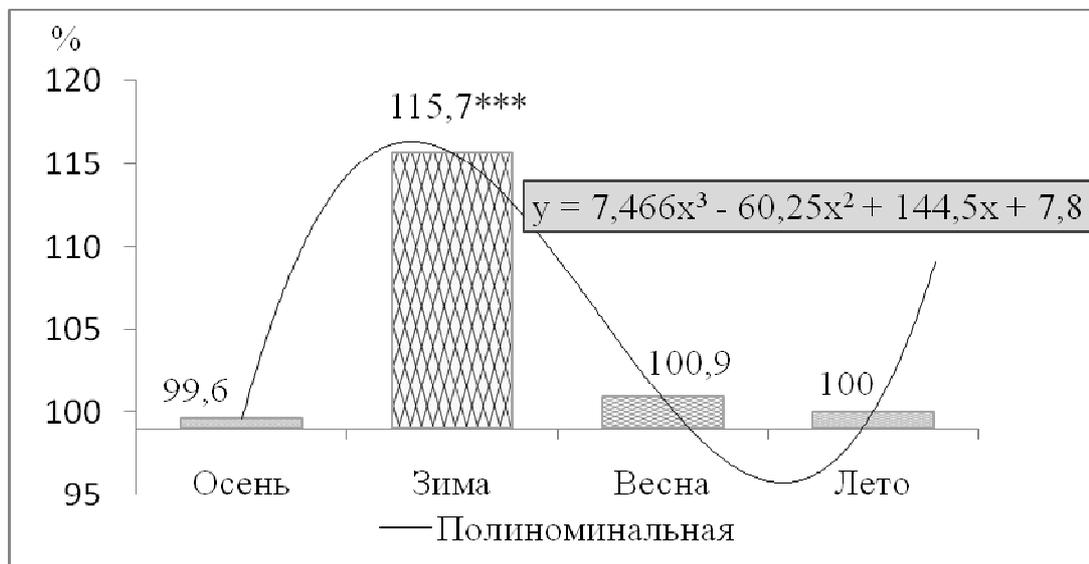


Рис. 18. Изменение интервала R-R у лыжников в динамике сезонов года.

Примечание. За 100% принята величина показателя летом.

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

Наименьшее значение интервала R-R было выявлено осенью и летом.

Исследование у лыжников амплитуды зубца R в грудных отведениях выявило некоторые межсезонные различия (табл. 5). Так, отмечалось повышение амплитуды зубца R от осени к зиме в отведениях V₁ (p=0,034) и V₂ (p=0,011). В левых грудных отведениях статистически различий выявлено не было.

Высота зубца S в отведении V₁ была больше в зимний период года (p=0,013), чем в осенний. В других грудных отведениях статистически значимых изменений не выявлено.

Наибольшие изменения в динамике сезонов года претерпела амплитуда зубца T (рис. 19).

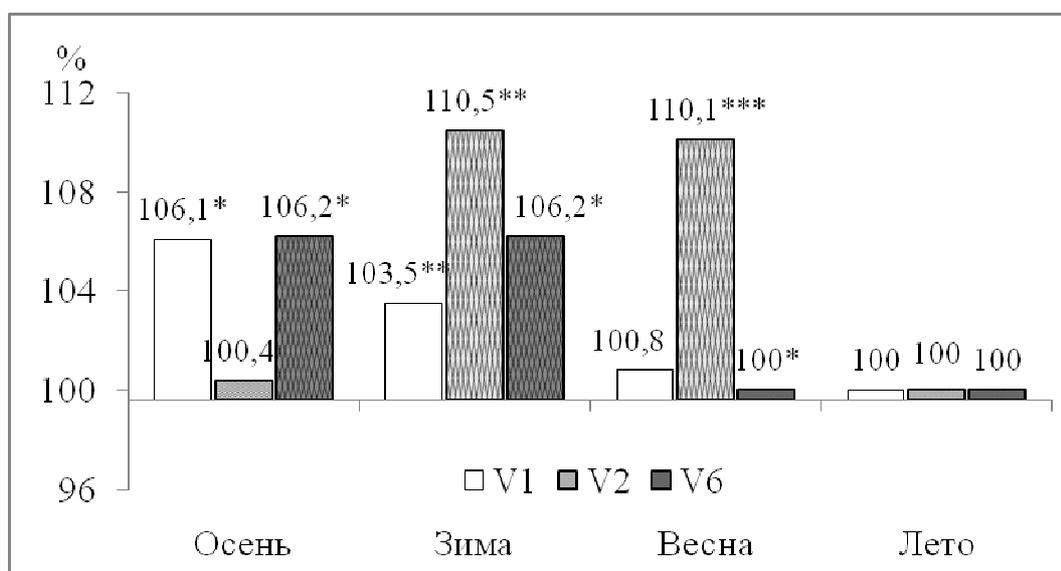


Рис. 19. Изменение амплитуды зубца T в отведении V₁, V₂, V₆ у лыжников в динамике сезонов года

Примечание. За 100% принята величина показателя летом.

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

Так, в отведении V₁, отмечалось снижение амплитуды зубца T от осеннего этапа исследования к летнему (p=0,03). Зимой данный показатель был статистически значимо больше, чем весной (p=0,009) и летом (p=0,007). Статистически значимых различий между амплитудой зубца T в весеннее и летнее время года не выявлено.

Таблица 5

Изменение амплитуды зубцов ЭКГ у спортсменов-лыжников в грудных отведениях, $M \pm s$

n=38

	Отведение V ₁			Отведение V ₂			Отведение V ₃		
	Зубцы			Зубцы			Зубцы		
	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV
Осень (I)	0,46±0,03	-1,18±0,05	0,12±0,01	0,71±0,04	-1,20±0,06	0,43±0,03	1,01±0,04	-1,03±0,09	0,65±0,05
Зима (II)	0,47±0,03	-1,20±0,06	0,11±0,02	0,71±0,04	-1,30±0,07	0,48±0,02	1,11±0,05	-1,10±0,07	0,66±0,04
Весна (III)	0,47±0,02	-1,19±0,07	0,11±0,03	0,71±0,03	-1,24±0,05	0,47±0,03	1,10±0,05	-1,21±0,07	0,66±0,04
Лето (IV)	0,46±0,03	-1,19±0,06	0,11±0,04	0,71±0,05	-1,28±0,06	0,43±0,03	1,10±0,06	-1,10±0,07	0,63±0,04
P _{I-II}	0,034	0,013	0,041	0,011	0,031	0,041	0,012	1,0	1,0
P _{I-III}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P _{I-IV}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P _{II-III}	1,0	1,0	0,009	1,0	<0,001	<0,001	1,0	1,0	1,0
P _{II-IV}	1,0	1,0	0,007	1,0	1,0	0,005	1,0	1,0	1,0
P _{III-IV}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	<0,001	1,0	1,0	1,0

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось параметрическим критерием Т-Стьюдента, ($M \pm s$)

Таблица 5 (продолжение)

n=38

Период наблюдения	Отведение V ₄			Отведение V ₅			Отведение V ₆		
	Зубцы			Зубцы			Зубцы		
	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV	R, mV	S, mV	T, mV
Осень (I)	1,47±0,07	-0,92±0,07	0,63±0,02	1,51±0,08	-0,40±0,06	0,39±0,04	1,47±0,05	-0,29±0,07	0,34±0,03
Зима (II)	1,50±0,08	-0,93±0,08	0,63±0,03	1,51±0,07	-0,41±0,04	0,38±0,04	1,39±0,05	-0,29±0,07	0,34±0,05
Весна (III)	1,49±0,07	-1,01±0,08	0,63±0,03	1,50±0,06	-0,42±0,03	0,38±0,04	1,40±0,05	-0,30±0,07	0,32±0,05
Лето (IV)	1,50±0,08	-0,99±0,08	0,62±0,03	1,50±0,07	-0,40±0,05	0,37±0,03	1,43±0,04	-0,28±0,06	0,32±0,06
P _{I-II}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P _{I-III}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P _{I-IV}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,01
P _{II-III}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,008
P _{II-IV}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	<0,001
P _{III-IV}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось параметрическим критерием Т-Стьюдента, (M±s)

В отведении V_2 большее значение высота зубца Т имела зимой в сравнении с осенью ($p=0,041$), весной ($p<0,001$) и летом ($p=0,005$). Наименьшее значение амплитуда зубца Т имела в летний период года.

Высота зубца Т в отведении V_6 одинаково большее значение имела зимой в сравнении с весной ($p=0,008$) и летом ($p<0,001$). Значимых различий между осенними и зимними показателями выявлено не было.

Таким образом, наибольшие изменения в годовой динамике претерпела биоэлектрическая активность правого желудочка, что отразилось в изменении комплекса QRS. Достоверные изменения данных показателей были выявлены во II стандартном отведении и в грудных отведениях V_1 и V_2 . Так, во II стандартном отведении отмечается снижение амплитуды зубца R и увеличение глубины зубца S. В первом и втором грудных отведениях высота зубца R и глубина S в зимний период увеличиваются.

Выявленные изменения могут также свидетельствовать об увеличении биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца в зимнее время года.

Установленные сезонные изменения биоэлектрической активности желудочков у лыжников отличаются от данных, приведенных ранее [82]. Авторами установлено, что у молодых мужчин 18-22 лет, проживающих на Европейском Севере, наибольшая амплитуда зубца R и зубца S наблюдаются в переходные сезоны года. Выявленные изменения у лыжников свидетельствуют об увеличении биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца в зимнее время года.

Таким образом, сезонные изменения биоэлектрической активности сердечной мышцы, как у спортсменов, так и у лиц, не занимающихся спортом [82] наблюдаются в большей степени в области межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца. Однако, у уроженцев Европейского Севера 18-22 лет, не занимающихся спортом, наибольшая биоэлектрическая активность миокарда отмечалась в переходные периоды года, в то время как

у спортсменов-лыжников наибольшая биоэлектрическая активность сердечной мышцы зарегистрирована зимой, при этом сезонные изменения в большей степени затрагивают правые отделы сердца по сравнению с левыми. Можно предположить, что эти различия обусловлены влиянием тренировочного процесса и соревновательной деятельности у лыжников.

3.3. Сезонные изменения гемодинамических показателей и физической работоспособности у спортсменов-лыжников

Сердечно-сосудистая система, выполняя свою главную функцию - обеспечение движения крови по всему организму, признана наиболее чувствительным индикатором адаптационно-приспособительной деятельности целого организма [14].

В ходе четырехэтапного исследования были получены данные, указывающие на характер адаптивных реакций сердечно-сосудистой системы у спортсменов-лыжников в динамике годового цикла (табл. 6).

Известно, что несмотря на простоту измерения, частота сердечных сокращений служит чувствительным и информативным индикатором функционального состояния организма, что делает её измерение обязательным компонентом физиологического исследования [206]. При анализе полученных результатов, у спортсменов-лыжников были выявлены сезонные изменения величины ЧСС (рис. 20).

Так, максимальное значение этого показателя отмечалось весной, минимальное - зимой. Сезонная разница между этими величинами составила 15% ($p < 0,001$).

Необходимо отметить, что выявленное значение ЧСС зимой пришлось на период максимальных физических нагрузок, характерных для соревновательного этапа цикла годичной подготовки лыжников.

Таблица 6

Гемодинамические показатели у спортсменов-лыжников в различные сезоны года

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}	P _{III-IV}
ЧСС, уд. в мин.	59 (50; 64)	50 (43; 55)	61 (50; 72)	60 (52; 66)	<0,001	0,01	1,0	<0,001	<0,001	1,0
САД, мм рт. ст.	102 (98,75; 102)	97,50 (94,50; 99,00)	99,5 (96,50; 101,00)	103 (103,00; 105,00)	<0,001	<0,001	0,027	<0,001	<0,001	<0,001
ДАД, мм рт. ст.	63 (59,50; 64,00)	55,5 (52,50; 56,00)	61 (57,75; 63,00)	61 (59,00; 63,00)	<0,001	0,007	1,0	<0,001	<0,001	1,0
СДД, мм рт. ст.	79,1 (75,77; 79,96)	73,1 (70,03; 74,06)	77,38 (73,92; 78;54)	78,6 (77,48; 80,01)	<0,001	0,001	1,0	<0,001	<0,001	0,006
ПД, мм рт. ст.	39 (38,00; 39;00)	42 (42,00; 43;00)	39 (37,00; 39,00)	42 (42,00; 44,00)	<0,001	1,0	1,0	<0,001	<0,001	<0,001

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

Таблица 6 (продолжение)

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}	P _{III-IV}
СВ, мл	98,40 (72,50; 106,80)	99,10 (73,05; 106,20)	74,60 (72,40; 91,50)	79,30 (77,10; 96,20)	1,0	0,015	0,047	0,015	0,47	<0,001
МОК, л/мин	5,07 (3,94; 7,05)	6,01 (4,52; 7,87)	4,21 (2,57; 5,53)	4,51 (3,02; 6,37)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002
СИ, л/м ²	3,42 (2,35; 3,88)	3,65 (2,77; 4,02)	2,25 (1,78; 3,12)	2,70 (2,23; 3,57)	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
ОПСС, динхс ⁻¹ хсм ⁻⁵	1416,00 (1016,00; 1910,00)	1162,00 (1032,00; 1531,00)	1143,00 (1036,00; 1520,00)	1716,00 (1316,00; 2210,00)	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ИНМ, усл. ед.	4,89 (4,48; 5,54)	5,67 (4,99; 6,26)	6,08 (5,09; 6,89)	6,21 (5,35; 6,82)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1,0
ВРМ, усл. ед.	7,35 (5,63; 8,57)	6,93 (5,25; 7,86)	5,88 (5,39; 6,72)	6,23 (5,66; 7,64)	<0,001	0,011	1,0	0,049	1,0	<0,001
КЭМ, усл. ед.	1,64 (1,19; 1,78)	1,17 (0,97; 1,51)	1,02 (0,76; 1,21)	1,12 (0,89; 1,26)	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	1,0	<0,001
ИМЛЖ, Вт	3,65 (3,44; 4,53)	4,23 (4,01; 5,45)	2,86 (2,25; 3,35)	3,36 (2,75; 3,85)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
АП, усл. ед.	1,47 (1,36; 1,52)	1,44 (1,29; 1,48)	1,53 (1,36; 1,63)	1,58 (1,49; 16,7)	0,039	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001

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

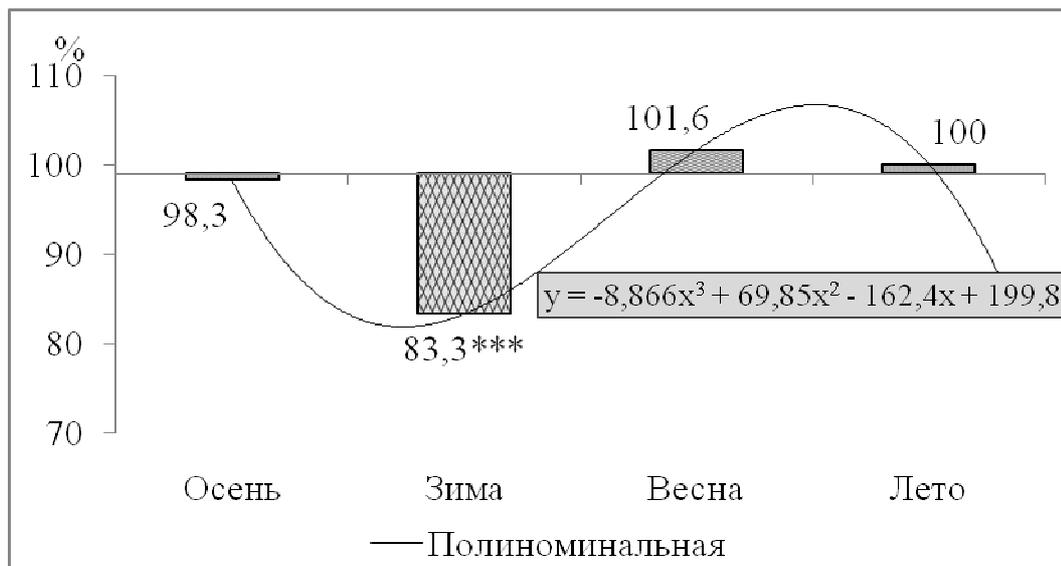


Рис. 20. Величина ЧСС в различные сезоны года у лыжников

Примечание. За 100% принята величина ЧСС в летний период года.

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

Величина ЧСС, полученная в динамике исследования, находилась в границах нормальных значений для лиц, занимающихся циклическими видами спорта и тренирующих выносливость [184, 247, 252].

Необходимо отметить, что по литературным данным у лиц, не занимающихся спортом [105], значение ЧСС в динамике сезонов года не изменялось.

Одной из значимых характеристик функционального состояния системы кровообращения является уровень артериального давления - производное сложного комплекса регуляторных и гемодинамических влияний: состояния сердца, сосудов, тканей, различных звеньев регуляции - центральных, вегетативных и гуморальных [68, 89, 91, 182].

Анализ сезонных изменений САД у лыжников выявил, что летом эта величина была больше, чем осенью, зимой и чем весной ($p < 0,001$) (рис. 21). Наименьшее значение систолического артериального давления было характерно для зимнего времени года.

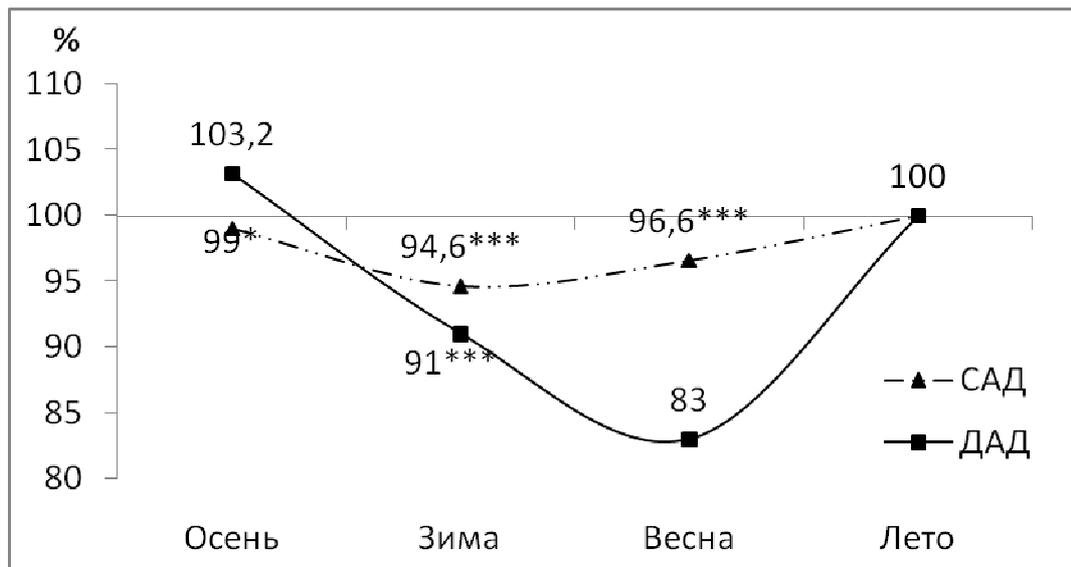


Рис. 21. Изменение величин САД и ДАД в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников

Примечание. За 100% приняты показатели САД и ДАД в летний период года.

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

Весной величина САД была выше на 2%, чем зимой ($p < 0,001$), и ниже на 2,45%, чем осенью ($p < 0,001$) и 33,9%, чем летом ($p < 0,001$).

Похожая динамика наблюдалась у лыжников и в изменении показателя ДАД (рис. 21). Наименьшее значение было зарегистрировано в зимний период года ($p < 0,001$). Статистически значимо большая величина ДАД отмечалась осенью по сравнению с зимой ($p < 0,001$) и весной ($p = 0,007$). Значимых различий между результатами полученными осенью и летом, а также летом и весной не выявлено.

Известно, что низкие значения ДАД в совокупности с брадикардией, связанные с возрастанием физической нагрузки характерны для спортсменов развивающих выносливость [155].

Одним из самых важных показателей, которые всегда подвергаются анализу в клинической и физиологической практике, являются минутный объем кровообращения (МОК) и систолический выброс (СВ), поскольку они

отображают способность сердечно-сосудистой системы адекватно обеспечивать кровью органы и ткани [12].

Величина СВ непосредственно отражает состояние насосной функции сердца. В ходе динамического обследования у лыжников происходил статистически значимый рост этого показателя от лета к зиме, который составил 24,9% ($p=0,047$) (рис. 22).

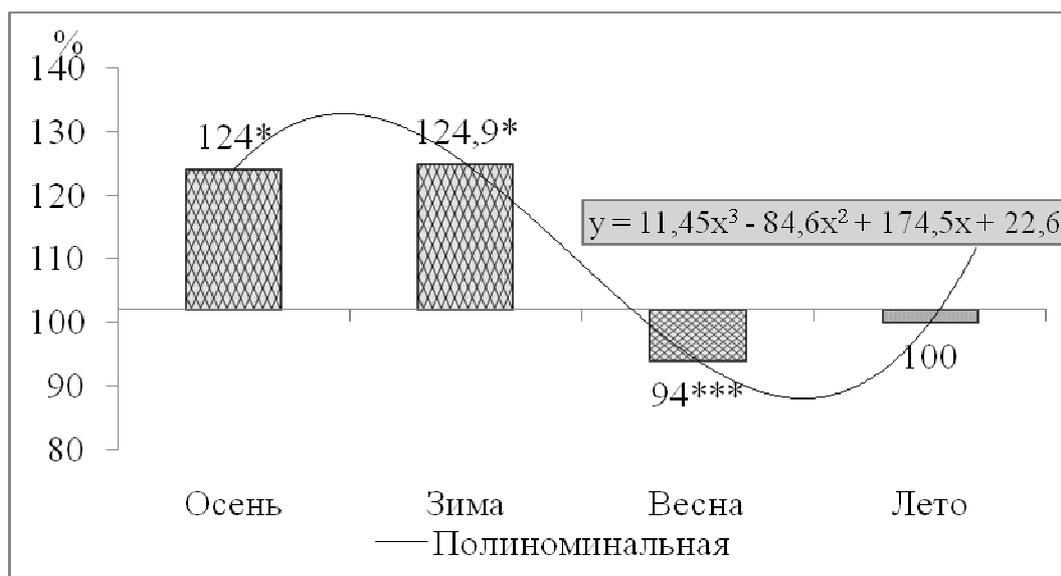


Рис. 22. Изменение величины СВ в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников

Примечание. За 100% приняты показатели СВ в летний период года. Различия по сравнению с летом статистически значимы: * - $p<0,05$, *** - $p<0,001$

Так, подробный анализ сезонных изменений СВ установил, что значение этого показателя весной было на 24% меньше, чем осенью ($p=0,015$), на 24,7%, чем зимой ($p=0,015$) и 19,9% по сравнению с летом ($p<0,001$). Наибольшая величина СВ была выявлена на зимнем этапе исследования.

Показатель МОК отображает способность сердечно-сосудистой системы в достаточной степени удовлетворить потребность организма в кислороде. Наибольшее значение МОК у лыжников отмечалось зимой, наименьшая величина МОК была выявлена весной ($p<0,001$). Летом этот показатель был на 11% меньше, чем осенью ($p<0,001$).

Изменение показателя СИ носило схожий характер. Было выявлено статистически значимое увеличение величины СИ на 6,7% от осени к зиме ($p < 0,001$) и на 20% от весны к лету ($p < 0,001$). Наибольшее значение величины СИ отмечалось в зимний период года, наименьшее - в весенний. Осенью величина этого показателя была значимо больше, чем летом ($p = 0,003$).

При сравнении сезонной динамики СВ и МОК у лыжников с показателями, выявленными Н.В. Ефимовой (2013) [105] у лиц, не занимающихся спортом, было установлено, что у мужчин-северян величина СВ повышалась от лета к осени. Показатель МОК у лиц, не занимающихся спортом, снижался от осени к зиме, а затем повышался от зимы к лету, в то время как у лыжников происходил рост СВ и МОК от осени к зиме, а затем отмечалось снижение к теплому времени года. Можно предположить что, выявленные особенности сезонных изменений МОК и СВ у лыжников являются следствием влияния регулярного тренировочного и соревновательного процессов

Достаточно хорошо известно о роли сосудистого тонуса в обеспечении гомеостаза сердечно-сосудистой системы у жителей Севера [78, 119, 151]. Поэтому изучение сезонной динамики величин ОПСС и СДД у лыжников представляет особый интерес.

При анализе полученных у лыжников результатов, установлено, что, показатель ОПСС наименьшее значение имел весной, наибольшее летом - ($p < 0,001$) (рис. 23). Разница между этими величинами составила 33%. В зимний период года данный показатель был на 21,8% меньше, чем осенью ($p = 0,01$).

Известно, что периферическая система кровообращения активно участвует в приспособительных реакциях сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам (Гудков А.Б., 1998). Поэтому снижение величины ОПСС может свидетельствовать об адаптивных реакциях сердечно-сосудистой системы к предъявляемым требованиям, как со стороны

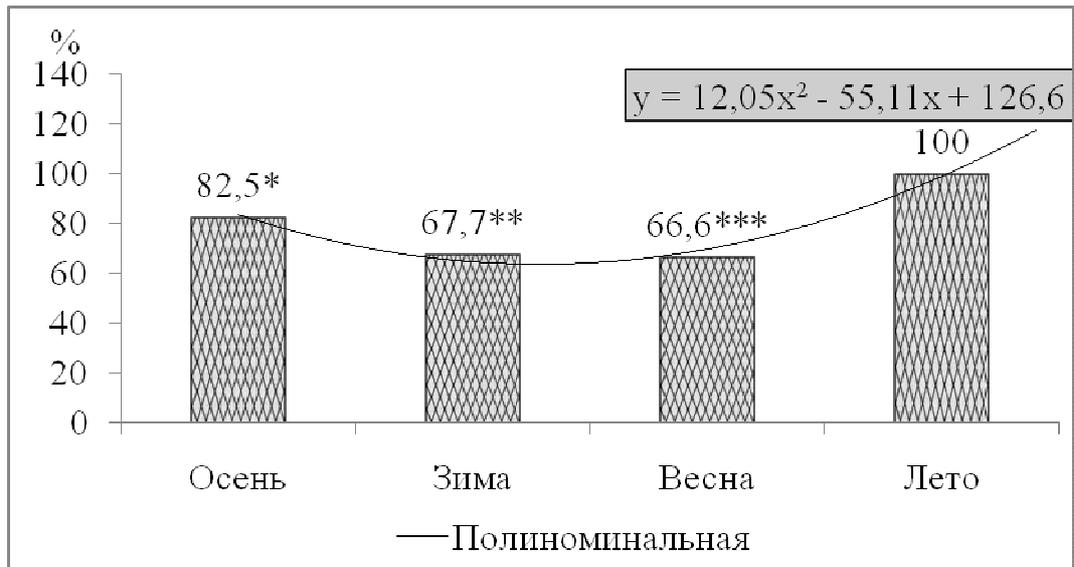


Рис. 23. Изменение величины ОПСС в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников.

Примечание. За 100% приняты показатели ОПСС в летний период года.

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

неблагоприятных природно-климатических факторов, так и особенно возросших нагрузок в соревновательный период.

Изменения МОК и ОПСС тесно связаны с изменением СДД. При анализе данной величины у лыжников отмечено более низкое значение зимой в сравнении с осенью ($p < 0,001$), весной ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$) (рис. 24).

В осенний период года показатель СДД 8,2% больше, чем зимой ($p < 0,001$), на 5,4% , чем весной ($p = 0,001$) и 7,5%, чем летом ($p < 0,001$), соответственно. Так же весной эта величина на 1,62% достоверно ниже, чем летом ($p = 0,006$).

Величина ИМЛЖ у лыжников наибольшей была зимой, наименьшее значение было выявлено весной ($p < 0,001$), осенью эта величина была на 21,6% больше, чем весной ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$). Выявленные сезонные изменения этого показателя свидетельствуют о достаточных компенсаторных возможностях системы кровообращения в холодное время года.

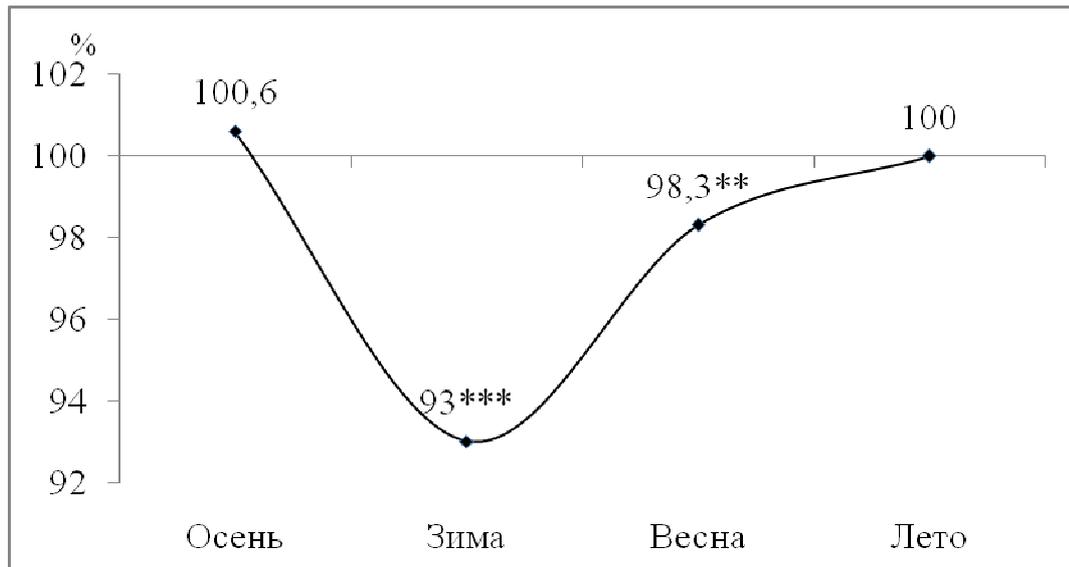


Рис. 24. Изменение величин СДД в динамике сезонов года у спортсменов-лыжников

Примечание. За 100% приняты показатели СДД в летний период года.

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

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 ($p < 0,0001$).

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 ($p = 0,002$). Достоверных различий между осенью и летом не выявлено (рис. 25).

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).

Показатель индекса адапционного потенциала сердечно-сосудистой системы у лыжников рассчитывался по методике, предложенной Р.М. Баевским и соавт. (1997) [24]. Согласно оценке пробы при результате ниже 2,6 баллов адаптация оценивается, как удовлетворительная; 2,6-3,9 баллов – напряжение

механизмов адаптации; 3,10-3,49 баллов – неудовлетворительная адаптация; 3,5 баллов и выше – срыв адаптации.

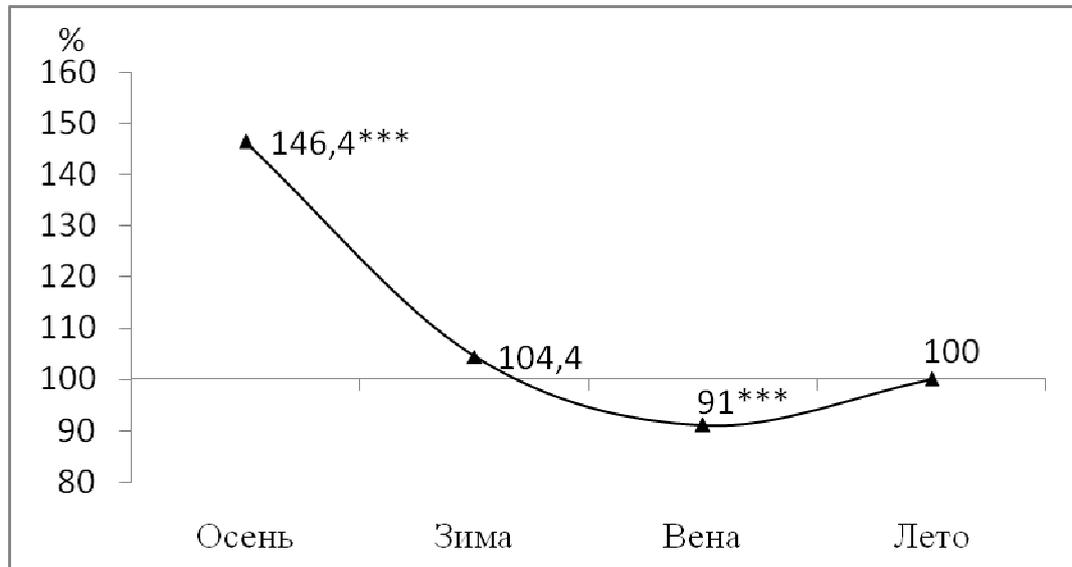


Рис. 25. Величина КЭМ у спортсменов-лыжников в динамике исследования

Примечание. За 100% принято значение величины в летний период года.

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

У обследованных лыжников, на всех четырех этапах полученные величины АП не превышали 2,6 балла, однако наибольшее значение было выявлено летом, что выше на 6,9%, чем осенью ($p < 0,001$), на 8,8%, чем зимой ($p < 0,001$) и на 3,1%, чем весной ($p = 0,001$). Наименьшее значение показатель АП имел в зимний период года. Осенью значение величины АП выше на 2%, чем зимой ($p = 0,039$) и меньше, чем весной на 3,9% ($p < 0,001$) и летом на 6,9% ($p < 0,001$) (рис. 26).

В течение года изменяются не только значения показателей гемодинамики, но и характеристики связей между ними (табл. 7). При оценке корреляционной связи между величинами ОПСС и ЧСС была отмечена средняя статистически значимая отрицательная корреляционная связь осенью. Также в этот период года определена умеренно сильная отрицательная корреляционная связь между величиной ОПСС и показателем ИНМ.

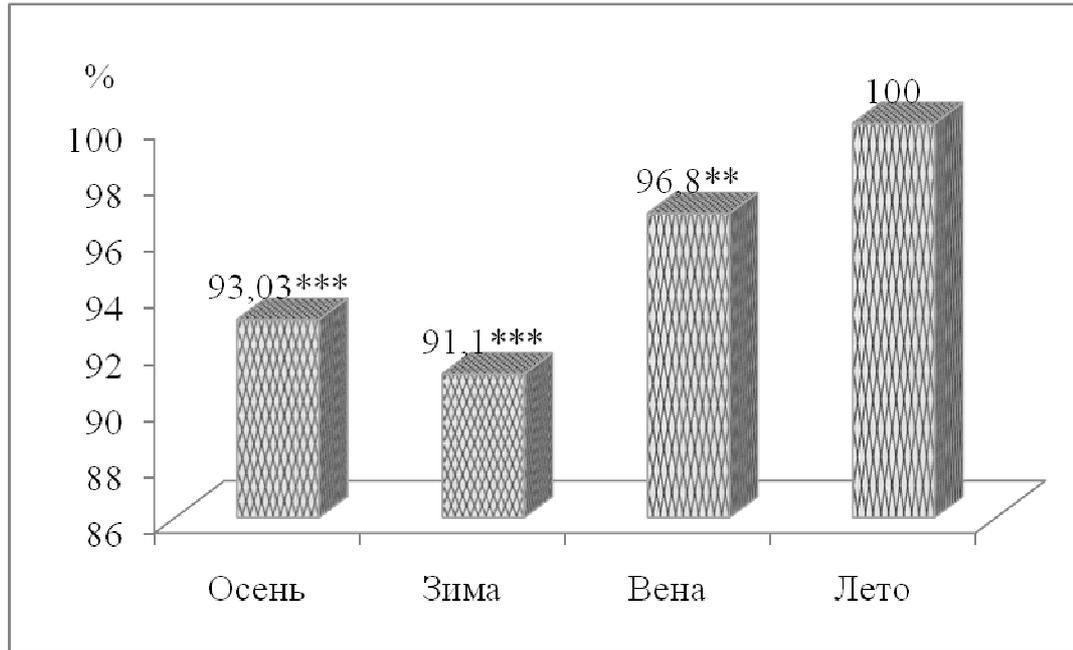


Рис. 26. Динамика величины АП у лыжников в течение четырех этапов исследования

Примечание. За 100% принято значение показателя в летний период года.

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

Таблица 7.

Коэффициент корреляции между гемодинамическими показателями у лыжников уроженцев Европейского Севера

n=38

	ОСЕНЬ	ЗИМА	ВЕСНА	ЛЕТО
ОПСС-ЧСС	-0,45	(-0,27)	(-0,11)	(-0,13)
ОПСС-ИНМ	-0,42	(-0,18)	(-0,17)	(-0,27)
ОПСС-СВ	-0,55	-0,54	-0,59	-0,59
ОПСС-МОК	-0,66	-0,70	-0,96	-0,72
ОПСС-ИМЛЖ	-0,47	-0,63	-0,54	-0,54
КЭМ-СВ	0,84	0,70	0,80	0,84
КЭМ-ИМЛЖ	0,55	0,57	(0,29)	(0,18)
МОК-ЧСС	(0,252)	(0,181)	(-0,027)	(0,139)
МОК-СВ	0,86	0,89	0,63	0,42
УИ-АП	(-0,2)	-0,39	-0,34	(-0,16)

Примечание. Указан коэффициент корреляции Спирмена. Значения в скобках не значимы ($p > 0,05$).

Отрицательные корреляционные связи были определены между величинами ОПСС, СВ, МОК и ИМЛЖ.

Так, статистически значимая средняя связь была отмечена между ОПСС и СВ у лыжников во все сезоны года, наиболее выражена она весной и летом.

Наиболее сильные отрицательные корреляционные связи были представлены при изучении ОПСС и МОК, особенно в весенний период года. Таким образом, снижение эластичности стенок сосудов и, как следствие, увеличение сопротивления кровотоку, отрицательно влияют на показатель минутного объема кровообращения. Также увеличение ОПСС оказывало влияние и на ИМЛЖ, статистически значимые отрицательные корреляционные связи между этими показателями средней силы были выявлены в осенний и зимний период года.

Как известно, величина МОК находится в тесной взаимосвязи с величинами СВ и ЧСС [175]. В ходе корреляционного анализа было установлена сильная связь между показателями МОК и СВ в осенний и зимний периоды года. Преобладание компонента СВ в структуре МОК, свидетельствует об эффективной деятельности системы кровообращения осенью и зимой.

Эффективность деятельности миокарда отображается показателем КЭМ. При проведении корреляционного анализа были отмечены статистически значимые связи между этой величиной, СВ и ИМЛЖ. Сильная корреляционная связь на протяжении всех сезонов года, кроме зимнего, была выявлена между показателем КЭМ и СВ. Корреляционная связь между КЭМ и ИМЛЖ отмечена, как средней силы и наиболее сильно представлена в зимний период года.

Таким образом, зимой эффективность деятельности миокарда в меньшей степени зависела от объема выбрасываемой крови, но в большей от силы сердечных сокращений.

Одно из центральных мест в исследованиях в области экологической и спортивной физиологии занимает изучение работоспособности [14, 34, 81, 158].

При анализе показателей физической работоспособности у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, установлен достаточно высокий уровень работоспособности во все сезоны года (табл. 8).

Таблица 8

Сезонная динамика физической работоспособности (ИГСТ) у спортсменов-лыжников

N=38

Сезон	ИГСТ, усл.ед.	Значимость различий между сезонами
Осень (I)	97,2 (89,23; 113,07)	$P_{I-II} < 0,001$
Зима (II)	109,51 (101, 86; 114,12)	$P_{II-III} < 0,001, P_{II-IV} < 0,001$
Весна (III)	100,83 (94,46; 104,53)	$P_{III-IV} = 0,001$
Лето (IV)	95,46 (91,18; 100,74)	

Примечание. Сравнение зависимых выборок осуществлялось непараметрическим критерием Т-Вилкоксона, Me (Q_1, Q_3)

Согласно оценке Гарвардского степ-теста, осенью и летом физическая работоспособность лыжников расценивалась, как выше средней. Зимой полученный результат был больше ($p < 0,001$), чем в остальные сезоны года. Весной работоспособность спортсменов была также выше среднего и больше ($p = 0,001$), чем летом.

Необходимо отметить, что каждому сезону года соответствовал свой этап соревновательно-тренировочного процесса спортсменов. Так, осенний этап исследования включал в себя подготовительный этап тренировочного процесса, который характеризовался занятиями, как в зале, так и на улице

без постановки на лыжи. На этом этапе перед спортсменами стояла задача усовершенствовать свой уровень физической работоспособности. Осенью работоспособность лыжников расценивалась, как выше средней.

Зимний этап исследования соответствовал соревновательному периоду тренировочного процесса, для которого характерны большие объемы физических нагрузок. Зимой физическая работоспособность лыжников оценивалась как хорошая.

Весенний период исследования включал в себя переходный этап тренировочного процесса, а именно восстановление общей работоспособности после соревновательного периода. Следует отметить, что в это время года уровень физической работоспособности у лыжников также расценен, как хороший.

Лето соответствует подготовительному этапу тренировочного процесса, для которого характерны стабилизация работоспособности и цикл базовых нагрузок. В этот период года уровень физической работоспособности оценен, как выше среднего.

В течение года изменяется не только значение величины физической работоспособности, но и ее взаимосвязь с показателями систем кровообращения и внешнего дыхания (табл. 9).

Таблица 9

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 ($p > 0,05$)

На протяжении всех сезонов года обнаруживается сильная отрицательная связь между физической работоспособностью и величиной ЧСС. Средняя отрицательная корреляционная связь между показателем ИГСТ и ОПСС прослеживается только осенью, в остальные сезоны года связь не достоверна.

В весенний и летний периоды года выявлена умеренная положительная корреляционная связь между физической работоспособностью и СВ. Осенью и зимой отношение этих величин характеризуется, как не достоверные.

Осенью и зимой прослеживается умеренной силы положительная достоверная корреляционная связь величины ИГСТ с ЧД. Весной и летом эта взаимосвязь не достоверна. Также в зимний период года обнаруживается средней силы положительная корреляционная связь физической работоспособности с показателем проходимости воздухоносных путей на уровне крупных бронхов $ОФВ_1$.

Таким образом, можно предположить, что осенью снижение величин ЧСС и ОПСС, а также повышение показателя ЧД в покое способствовало увеличению физической работоспособности. Зимой увеличение выносливости у лыжников происходило за счет снижения величины ЧСС и повышения показателей ЧД и $ОФВ_1$. Как известно, система внешнего дыхания является самой открытой к контакту с неблагоприятными природно-климатическими факторами Севера и не может быть защищена от внешних условий надежным искусственным барьером [79]. Выявленная взаимосвязь физической работоспособности с величинами ЧД и $ОФВ_1$ 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 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 физической 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, в годовом цикле у лыжников происходят изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, носящие сезонный характер. Наибольшие величины СВ и МОК были установлены в зимний период года. Снижение показателей СДД и ОПСС наблюдалось зимой. Уровень резервных возможностей системы кровообращения и физической работоспособности лыжников в холодный период года, также

был оценен как высокий, что подтверждают выявленные низкие значения таких расчетных величин, как ИНМ, АП и ИГСТ. Следовательно, установленные особенности сердечно-сосудистой системы у лыжников, следует считать компенсаторно-приспособительной реакцией организма спортсменов как к динамически изменяющимся природно-климатическим условиям, так и возрастающим объемам физических нагрузок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Климатогеографические условия Европейского Севера давно определены, как дискомфортные и суровые, вследствие влияния на организм человека таких факторов, как низкие температуры, нарушения фотопериодизма, колебания атмосферного давления и воздействия электромагнитной природы. Лица, занимающиеся тяжелым физическим трудом и регулярной спортивной деятельностью, испытывают на себе двойное воздействие, как неблагоприятных природно-климатических условий Севера, так и физических нагрузок.

Учитывая тот факт, что, в настоящее время, каждое последующее поколение спортсменов имеет все более низкий исходный уровень здоровья и является носителем все большего числа эндогенных факторов риска, особенности приспособительных реакций у лыжников-гонщиков массовых спортивных разрядов в условиях Европейского Севера должны быть изучены в более полном объеме.

Результаты обследования спортсменов-лыжников массовых спортивных разрядов 18-22 лет, уроженцев Европейского Севера позволили выявить у них ряд компенсаторно-приспособительных реакций кардиореспираторной системы в ответ на сезонные изменения условий окружающей среды.

Система внешнего дыхания наиболее подвержена воздействию дискомфортных факторов окружающей среды, так как не может быть защищена от них искусственным барьером. Анализ полученных результатов показал, что у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, в динамике сезонов года происходят функциональные перестройки в дыхательной системе, связанные с изменяющимися условиями внешней среды и влиянием тренировочно-соревновательного процесса.

Жизненная емкость легких является важным показателем системы внешнего дыхания. Анализ данных, полученных у лыжников в ходе исследования, показал, что осенью величина ЖЕЛ была больше на 16,8%, чем весной ($p < 0,001$) и на 16,2%, чем летом ($p < 0,001$). Зимой этот показатель был больше на 20,9%, чем весной ($p < 0,001$) и на 20,2%, чем летом ($p < 0,001$). Статистически значимой разницы между значениями этого показателя осенью и зимой, так же как весной и летом не выявлено. Таким образом, максимальное значение ЖЕЛ было выявлено зимой, минимальное - весной, и разница составила 1,21 л.

Можно заключить, что у спортсменов-лыжников за счет увеличения ЖЕЛ зимой создаются условия для более эффективного приспособления легочной вентиляции к удовлетворению метаболических потребностей организма связанных с повышением объемов физических нагрузок, характерных для соревновательного периода и воздействием неблагоприятных природно-климатических факторов, характерных для зимнего времени года. Также увеличение ЖЕЛ зимой является адаптивной реакцией, позволяющей улучшить параметры кондиционирования воздуха.

При изучении у лыжников объемов, составляющих ЖЕЛ, было установлено, что значение величины ДО было больше на 29,6% зимой, по сравнению с осенью ($p < 0,001$), на 27,4% - по сравнению с весной ($p < 0,001$) и на 42,9% - по сравнению с летом ($p < 0,001$). Минимальное значение величины ДО регистрировалось летом, максимальное - зимой, при этом разница составила 0,58 л. Значимых различий между осенним и весенним результатами не выявлено. 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. Анализ сезонных изменений величины $PO_{\text{вд}}$ у лыжников установил, что наибольшее значение исследуемая величина имела осенью, что на 32,6% выше, чем весной ($p < 0,001$) и на 25,7%, чем летом ($p = 0,006$). Весной $PO_{\text{вд}}$ был меньше, чем осенью ($p = 0,001$) и летом

($p=0,003$). Статистически значимой разницы между показателями, полученными осенью и зимой, не выявлено. Аналогичная ситуация наблюдается и с сезонными изменениями величины $PO_{\text{выд}}$. Осенью этот показатель был больше, чем весной на 6% ($p<0,001$) и на 50,5%, чем летом ($p<0,001$). Зимой данная величина была больше на 13,6%, чем весной ($p<0,001$) и на 54,5%, чем летом ($p<0,001$). Значимой разницы между осенним и зимним этапами исследования, так же как и между весенним и летним не выявлено. Анализ величины $E_{\text{вд}}$, полученной у обследованных лыжников, установил, что этот показатель зимой был больше на 18% по сравнению с осенью ($p<0,001$), на 26,5% по сравнению с весной ($p<0,001$) и 14,2% по сравнению с летом ($p<0,001$). Наибольшее значение этой величины зимой, возможно, указывает на использование резервных ацинусов в дыхании при снижении температуры окружающей среды.

Таким образом, у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера, в зимний период года происходит увеличение резервного объема выдоха, что направлено на стабилизацию дыхания. Существенная разница между максимальным и минимальным значениями $PO_{\text{выд}}$, вероятно, связана с тренировочно-соревновательной деятельностью спортсменов.

В динамике сезонов года у обследованных спортсменов-лыжников изменяются не только значения статических легочных объемов и емкостей, но и характер связей между ними. Так, осенью обнаруживается достоверная, средней силы связь между величинами ЖЕЛ и $PO_{\text{вд}}$. Весной и летом отмечается сильная корреляционная связь ($p<0,001$) между этими показателями. В зимний период года теснота связи ЖЕЛ- $PO_{\text{вд}}$ ослабевает. В период от осени к зиме связь между ЖЕЛ и $PO_{\text{выд}}$ усиливается. Весной взаимосвязь между этими показателями характеризуется, как слабая, однако отмечается увеличение тесноты связей между ЖЕЛ и $PO_{\text{выд}}$ от весеннего времени года к летнему. Появление взаимосвязи между $PO_{\text{выд}}$ и ЖЕЛ в зимний период носит важное значение, поскольку это указывает на возрастание роли резервного объема выдоха для обеспечения

функционирования организма спортсменов в зимний соревновательный период, для которого также характерно и усиление воздействия неблагоприятных природно-климатических факторов окружающей среды в этот сезон года. Взаимосвязь между величинами $PO_{вд}$ и $PO_{выд}$ характеризуется как недостоверная и слабая во все сезоны года.

Расчет процентного соотношения ДО к ЖЕЛ выявил, что при дыхании в состоянии покоя спортсмены-лыжники, уроженцы Европейского Севера, используют от 17% осенью и летом, до 21-23,5% зимой и весной. Следовательно, летом более 83% и зимой более 77% величины ЖЕЛ при спокойном дыхании у них находится в резерве. Величина $PO_{вд}$ в динамике сезонов года у лыжников составила от 30% осенью и летом, до 23% зимой и весной. Величина $PO_{выд}$ у обследованных спортсменов составила от 50% осенью и зимой, до 53% весной и летом. Поскольку резервный объем вдоха и выдоха определяют способность дыхательной системы к увеличению количества вентилируемого воздуха, то можно сделать вывод, что в состоянии покоя спортсмены лыжники в меньшей степени используют резервные объемы дыхания.

При исследовании динамических показателей, было установлено, что в годовой динамике у лыжников величина ЧД не превышала 13, что характерно для спортсменов, развивающих выносливость, и является физиологическим состоянием. При этом величина ЧД зимой была на 8,9% ниже, чем осенью ($p < 0,001$), на 15,5%, чем весной ($p = 0,011$) и на 23,1%, чем летом ($p < 0,001$). В осенний период года ЧД также ниже на 6%, чем в весенний ($p < 0,001$) и 13%, чем в летний период года ($p < 0,001$).

Известно, что показатель МОД тесно связан с изменениями ДО и ЧД и наиболее точно отражает степень адаптации и выраженность приспособительных механизмов, происходящих в системе внешнего дыхания. При анализе результатов полученных у лыжников было выявлено увеличение показателя МОД на 13,8% осенью по сравнению с весной ($p = 0,001$). Также значение МОД у лыжников зимой больше на 29,7%, чем

весной ($p=0,001$) и 30,5%, чем летом ($p<0,001$). Следует отметить, что увеличение МОД зимой у лыжников происходило за счет повышения ДО, а не ЧД, что является более эффективным процессом приспособления к повышенным нагрузкам в ходе соревновательного периода.

Наряду с увеличением МОД зимой происходит и изменение структуры ЖЕЛ (снижение $PO_{вд}$ и $PO_{выд}$), что способствует снижению остаточного объема легких и увеличению времени соприкосновения респираторного тракта с холодным воздухом. Таким образом, у спортсменов-лыжников, уроженцев Европейского Севера в зимний период года наблюдается увеличение ЖЕЛ, $PO_{выд}$, ДО и МОД.

Известно, что состояние воздухоносных путей является основополагающим фактором, позволяющим легким выполнять специфические функции газообмена. При анализе спирометрии традиционно особое внимание уделяется оценке величины ФЖЕЛ, которая в достаточной степени отражает состояние бронхиальной проходимости. При анализе этой величины у лыжников, установлено, что зимой она больше на 13%, чем осенью ($p<0,001$), на 23,9% по сравнению с весной ($p<0,001$) и на 21,2% по сравнению с летом ($p<0,001$). Наименьшее значение величины ФЖЕЛ выявлено в летний период года.

Известно, что в пробе форсированной ЖЕЛ объем форсированного выдоха за первую секунду ($ОФВ_1$) охватывает начальную и значительную часть ФЖЕЛ и отражает величину приложенного усилия, а также сопротивления внутрилегочных и внелегочных дыхательных путей. Величина $ОФВ_1$ зависит от жесткости крупных бронхов и при затруднении проходимости бронхов величина $ОФВ_1$ может уменьшиться. При оценке результатов, полученных у обследованных лыжников, отмечается увеличение показателя $ОФВ_1$ на 21,3% от осеннего периода года к зимнему ($p<0,001$), наибольшее значение зарегистрировано весной и на 24,6% больше по сравнению с зимой ($p<0,001$). Летом величина $ОФВ_1$ больше на 4,34% , чем весной ($p<0,001$).

Для более полного представления изменений, происходящих в дыхательных путях у лыжников, был произведен количественный анализ кривой форсированного выдоха с определением скоростных показателей. Так, величина пиковой объемной скорости (ПОС), которая отражает максимальную скорость потока воздуха в процессе форсированного выдоха, была наибольшей зимой и весной, при чем зимой этот показатель был на 50,5% больше, чем осенью ($p < 0,001$) и на 52,7%, чем летом ($p < 0,001$). Наименьше значение пришлось на осенний и летний периоды года. При этом статистически значимой разницы между показателями, полученными в остальные сезоны года, выявлено не было.

Таким образом, увеличение значений ФЖЕЛ, ОФВ₁ и ПОС у спортсменов-лыжников зимой указывает на хорошую бронхиальную проходимость на уровне крупных бронхов в холодный период года. При этом было установлено, что у спортсменов-лыжников достаточно выражены изменения бронхиальной проходимости в переходный период года (весной), что вероятно может косвенно свидетельствовать о более значительном отеке и набухании слизистой крупных бронхов у лыжников весной, что подтверждается улучшением у них бронхиальной проходимости к летнему времени года. Так как форсированное дыхание - одна из форм функциональной нагрузки, выявляющей состояние как свойств легких, так и дыхательной мускулатуры, а именно силы и быстроты мышечного усилия, то выявленные изменения могут быть связаны с повышенным уровнем физической тренированности спортсменов в зимний соревновательный период и функциональным напряжением системы внешнего дыхания в переходные периоды года.

В физиологии дыхания значительный интерес также представляет изучение величин мгновенных объемных скоростей после выдоха на уровне 25, 50 и 75% от форсированной жизненной емкости легких.

После проведенного обследования лыжников были проанализированы величины МОС на различных участках ФЖЕЛ (МОС₂₅, МОС₅₀ МОС₇₅) и

средней объемной скорости на участке 25-75% ФЖЕЛ ($СОС_{25-75}$). Величина $СОС_{25-75}$ наименьшее значение имела летом и была на 2,4% меньше, чем осенью ($p < 0,001$), на 5% меньше по сравнению с зимой ($p < 0,001$), и 4,6% по сравнению с весной ($p < 0,001$). Величина $МОС_{25}$ у лыжников зимой была на 45,6% больше, чем осенью ($p < 0,001$), и на 51,1% , чем летом ($p < 0,001$) соответственно. Наименьшее значение $МОС_{25}$ имеет летом ($p < 0,001$). Осенью данный показатель меньше на 44,9%, чем весной ($p = 0,001$), но на 3,6% больше, чем летом ($p < 0,001$). Величина $МОС_{50}$ у лыжников наименьшее значение имела летом. Осенью данный показатель был меньше на 6,2%, чем зимой ($p < 0,001$) и 5,2%, чем весной ($p < 0,001$). Величина $МОС_{50}$ наибольшее значение имела весной и зимой ($p < 0,001$). Осенью эта величина была больше, чем летом на 2,1% ($p < 0,001$). Статистически значимой разницы между значениями, полученными зимой и весной, не выявлено. При анализе величины $МОС_{75}$ у лыжников установлено, что она осенью была на 7% больше, чем зимой ($p < 0,001$), на 8% больше, чем весной ($p < 0,001$) и на 4% больше по сравнению с летом ($p < 0,001$). В летний период года этот показатель был больше, чем зимой на 3,1% ($p = 0,023$) и на 4,1% ($p = 0,028$) по сравнению с весной. Статистически значимой разницы между значениями, полученными зимой и весной, не выявлено.

В динамике годового цикла у спортсменов лыжников отмечается тенденция к улучшению проходимости воздухоносных путей на уровне крупных бронхов в зимний период года, что является компенсаторно-приспособительной реакцией на изменяющиеся условия окружающей среды. В весенний период года была выявлена тенденция к снижению проходимости крупных бронхов, однако проходимость мелких бронхов в этот период года оставалась на том же уровне, что и в зимний.

Сердечно-сосудистая система является достаточно чувствительным индикатором, отражающим практически любые изменения активности управляющих или гомеостатических систем, связанных как с действием факторов окружающей среды, так и физической деятельности.

Исследование электрической активности миокарда - один из главных методов объективной оценки функционального состояния сердечной мышцы.

При анализе результатов электрокардиограмм, полученных у обследуемого контингента, были выявлены сезонные изменения биоэлектрической активности левого и правого предсердий. Так, у лыжников наблюдается снижение амплитуды зубца Р зимой по сравнению с осенью ($p=0,003$), весной ($p=0,026$) и летом ($p<0,001$). При этом данный показатель выше в летний период года, чем в весенний ($p=0,007$) и зимний ($p<0,001$). Продолжительность интервала Р-Q у всех обследованных спортсменов укладывалась в пределы физиологической нормы. Наблюдалось удлинение данного интервала зимой, по сравнению с осенью ($p<0,001$), весной ($p<0,001$) и летом ($p<0,001$). Снижение высоты зубца Р и удлинение интервала Р-Q в зимний период года, вероятно, связано с ухудшением распространения возбуждения в мышечных волокнах, что отчасти может быть связано с гипоксическим состоянием миокарда, когда возникает снижение биологического окисления и энергетический дефицит ослабляет функцию сердца. Кроме этого, снижение амплитуды зубца Р, так же как и удлинение интервала Р-Q зимой, может быть связано с повышением тонуса парасимпатической иннервации сердца.

Анализ деятельности желудочков сердца лыжников во втором стандартном отведении также выявил наличие сезонных изменений. Амплитуда зубца Q зимой больше, чем осенью ($p<0,001$) и летом. Статистически значимых различий между зимним и весенним показателями не выявлено. Таким образом, установленное снижение амплитуды зубца Q осенью и летом у лыжников указывает на снижение биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки в эти сезоны года, а выявленная наибольшая величина зубца Q зимой и весной - на усиление ее биоэлектрической активности.

При обследовании лыжников установлено, что высота зубца R меньшее значение имела в зимний период, в сравнении с осенним ($p<0,001$) и летним.

При анализе амплитуды зубцов R, полученных на других этапах исследования, статистически значимой разницы не выявлено. Амплитуда зубца S большей оставалась зимой, в сравнении с осенними ($p < 0,001$) и летними ($p < 0,001$) результатами. Статистически значимой разницы между показателями, полученными в зимний и весенний период, не выявлено.

Известно, что зубец T является наиболее чувствительным из всех элементов ЭКГ и может меняться под воздействием как патологических, так и физиологических факторов. Наибольшее значение высота зубца T имела зимой, что значимо больше, чем осенью ($p = 0,008$), весной ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$). В весенний период высота зубца T больше, чем осенью ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$). В летнее время года значение описываемого показателя больше, чем в осеннее ($p < 0,001$). Зубец T также отражает течение обменных процессов в миокарде, следовательно, выявленное увеличение его амплитуды указывает на усиление функции сердечной мышцы в холодный зимний период года.

Интервал Q-T, определяемый как электрическая систола сердца, во II стандартном отведении наибольшую длительность у лыжников имел в зимний период времени, однако, статистически значимых различий между исследуемыми величинами выявлено не было.

Анализ продолжительности интервала R-R выявил его увеличение у спортсменов на зимнем этапе исследования. Данный показатель в этот период года был больше, чем зимой ($p < 0,001$), весной ($p = 0,006$) и летом ($p < 0,001$). Наименьшее значение интервала R-R было выявлено осенью и летом.

Исследование у лыжников амплитуды зубца R в грудных отведениях выявило повышение этого показателя от осени к зиме ($p = 0,034$) в правых грудных отведениях. В левых грудных отведениях статистически различий выявлено не было.

Высота зубца S в отведении V₁ была больше в зимний период года (p=0,013), чем в осенний. В других грудных отведениях статистически значимых изменений не выявлено.

Наибольшие изменения в грудных отведениях в динамике сезонов года претерпела амплитуда зубца T. Так, в отведении V₁, отмечалось снижение амплитуды зубца T от осеннего этапа исследования к летнему (p=0,031). Зимой данный показатель был статистически значимо больше, чем весной (p=0,009) и летом (p=0,007). Статистически значимых различий между амплитудой зубца T в весеннее и летнее время года не выявлено. В отведении V₂ большее значение высота зубца T имела зимой в сравнении с осенью (p=0,041), весной (p<0,001) и летом (p=0,005). Наименьшее значение амплитуда зубца T имела в летний период года. Высота зубца T в отведении V₆ одинаково большее значение имела осенью и зимой в сравнении с весной (p=0,008) и летом (p<0,001). Значимых различий между осенними и зимними показателями выявлено не было.

Таким образом, наибольшие изменения в годовой динамике претерпела биоэлектрическая активность правого желудочка, что отразилось в изменении комплекса QRS. Достоверные изменения данных показателей были выявлены во II стандартном отведении и в грудных отведениях V₁ и V₂. Так, во II стандартном отведении отмечается снижение амплитуды зубца R и увеличение глубины зубца S. В первом и втором грудных отведениях высота зубца R и глубина S в зимний период увеличиваются.

Выявленные изменения могут также свидетельствовать об увеличении биоэлектрической активности межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца в зимнее время года.

Таким образом, сезонные изменения биоэлектрической активности сердечной мышцы у лыжников наблюдаются в большей степени в области межжелудочковой перегородки и базальных отделов сердца и зарегистрирована зимой. Можно предположить, что выявленные

особенности обусловлены влиянием тренировочного процесса и соревновательной деятельности у лыжников.

В ходе динамического исследования были получены данные, указывающие на характер адаптивных реакций сердечно-сосудистой системы у спортсменов-лыжников в динамике годичного цикла.

Анализ полученных результатов у обследованных лиц показал, что максимальное значение величины ЧСС отмечалось весной, минимальное - зимой. Сезонная разница между этими величинами составила 15% ($p < 0,001$). Необходимо отметить, что выявленное значение ЧСС зимой пришлось на период максимальных физических нагрузок, характерных для соревновательного этапа цикла годичной подготовки лыжников. Величина ЧСС, полученная в динамике исследования, находилась в границах нормальных значений для лиц, занимающихся циклическими видами спорта и тренирующихся выносливость.

Анализ сезонных изменений САД у лыжников выявил, что летом эта величина была больше, чем осенью, зимой и чем весной ($p < 0,001$). Наименьшее значение систолического артериального давления было характерно для зимнего времени года. Весной величина САД была выше на 2%, чем зимой ($p < 0,001$), и ниже на 2,45%, чем осенью ($p < 0,001$) и 33,9%, чем летом ($p < 0,001$). Похожая динамика наблюдалась у лыжников и в изменении показателя ДАД. Наименьшее значение было зарегистрировано в зимний период года ($p < 0,001$). Статистически значимо большая величина ДАД отмечалась осенью по сравнению с зимой ($p < 0,001$) и весной ($p = 0,007$). Значимых различий между результатами полученными осенью и летом, а также летом и весной не выявлено. Известно, что низкие значения ДАД в совокупности с брадикардией, связанные с возрастанием физической нагрузки характерны для спортсменов развивающих выносливость.

Анализ сезонных изменений СВ установил, что у лыжников происходил статистически значимый рост этого показателя от лета к зиме, который составил 24,9% ($p = 0,047$), также значение описываемого показателя

весной было на 24% меньше, чем осенью ($p=0,015$), на 24,7%, чем зимой ($p=0,015$) и 19,9% по сравнению с летом ($p<0,001$). Наибольшая величина СВ была выявлена на зимнем этапе исследования.

Наибольшее значение показателя МОК, отображающего способность сердечно-сосудистой системы в достаточной степени удовлетворить потребность организма в кислороде, у лыжников отмечалось зимой, наименьшая величина МОК была выявлена весной ($p<0,001$). Летом этот показатель был на 11% меньше, чем осенью ($p<0,001$).

Изменение показателя СИ носило схожий характер. Было выявлено статистически значимое увеличение величины СИ на 6,7% от осени к зиме ($p<0,001$) и на 20% от весны к лету ($p<0,001$). Наибольшее значение величины СИ отмечалось в зимний период года, наименьшее - в весенний. Осенью величина этого показателя была значимо больше, чем летом ($p=0,003$).

Можно предположить что, выявленные особенности сезонных изменений МОК и СВ у лыжников являются следствием влияния регулярного тренировочного и соревновательного процессов

При анализе величин, характеризующих состояние сосудистого тонуса у лыжников, установлено, что, показатель ОПСС наименьшее значение имел весной, наибольшее летом - ($p<0,001$). Разница между этими величинами составила 33%. В зимний период года данный показатель был на 21,8% меньше, чем осенью ($p=0,01$). Известно, что периферическая система кровообращения активно участвует в приспособительных реакциях сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам. Поэтому снижение величины ОПСС может свидетельствовать об адаптивных реакциях сердечно-сосудистой системы к предъявляемым требованиям, как со стороны неблагоприятных природно-климатических факторов, так и особенно возросших нагрузок в соревновательный период.

При анализе величины СДД у лыжников отмечено более низкое значение этого показателя зимой в сравнении с осенью ($p<0,001$), весной

($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$). В осенний период года величина СДД на 8,2% больше, чем зимой ($p < 0,001$), на 5,4% ,чем весной ($p = 0,001$) и на 7,5%, чем летом ($p < 0,001$), соответственно. Так же весной эта величина на 1,62% достоверно ниже, чем летом ($p = 0,006$).

Величина ИМЛЖ у лыжников наибольшей была зимой, наименьшее значение было выявлено весной ($p < 0,001$), осенью эта величина была на 21,6% больше, чем весной ($p < 0,001$) и летом ($p < 0,001$). Выявленные сезонные изменения этого показателя свидетельствуют о достаточных компенсаторных возможностях системы кровообращения в холодное время года.

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 ($p < 0,0001$).

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 ($p = 0,002$). Достоверных различий между осенью и летом не выявлено. 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).

Анализ показателя индекса адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у лыжников установил, что на всех четырех этапах полученные величины АП не превышали 2,6 балла, однако наибольшее значение было выявлено летом, что выше на 6,9%, чем осенью ($p < 0,001$), на 8,8%, чем зимой ($p < 0,001$) и на 3,1%, чем весной ($p = 0,001$). Наименьшее значение показатель АП имел в зимний период года. Осенью значение величины АП выше на 2%, чем зимой ($p = 0,039$) и меньше, чем весной на 3,9% ($p < 0,001$) и летом на 6,9% ($p < 0,001$).

В течение года изменяются не только значения показателей гемодинамики, но и характеристики связей между ними. При оценке

корреляционной связи между величинами ОПСС и ЧСС была отмечена средняя статистически значимая отрицательная корреляционная связь осенью. Также в этот период года определена умеренно сильная отрицательная корреляционная связь между величиной ОПСС и показателем ИНМ. Отрицательные корреляционные связи были определены между величинами ОПСС, СВ, МОК и ИМЛЖ. Так, статистически значимая средняя связь была отмечена между ОПСС и СВ у лыжников во все сезоны года, наиболее выражена она весной и летом. Наиболее сильные отрицательные корреляционные связи были представлены при изучении ОПСС и МОК, особенно в весенний период года. Таким образом, снижение эластичности стенок сосудов и, как следствие, увеличение сопротивления кровотоку, отрицательно влияют на показатель минутного объема кровообращения. Также увеличение ОПСС оказывало влияние и на ИМЛЖ, статистически значимые отрицательные корреляционные связи между этими показателями средней силы были выявлены в осенний и зимний период года.

Как известно, величина МОК находится в тесной взаимосвязи с величинами СВ и ЧСС. В ходе корреляционного анализа было установлена сильная связь между показателями МОК и СВ в осенний и зимний периоды года. Преобладание компонента СВ в структуре МОК, свидетельствует об эффективной деятельности системы кровообращения осенью и зимой.

Эффективность деятельности миокарда отображается показателем КЭМ. При проведении корреляционного анализа были отмечены статистически значимые связи между этой величиной, СВ и ИМЛЖ. Сильная корреляционная связь на протяжении всех сезонов года, кроме зимнего, была выявлена между показателем КЭМ и СВ. Корреляционная связь между КЭМ и ИМЛЖ отмечена, как средней силы и наиболее сильно представлена в зимний период года.

Таким образом, зимой эффективность деятельности миокарда в меньшей степени зависела от объема выбрасываемой крови, но в большей от силы сердечных сокращений.

Изучение физической работоспособности занимает одно из центральных мест в исследованиях в области экологической и спортивной физиологии. При оценке Гарвардского степ-теста у обследуемых лыжников, осенью и летом физическая работоспособность расценивалась, как выше средней. Зимой полученный результат был больше ($p > 0,001$), чем в остальные сезоны года. Весной работоспособность спортсменов была также выше среднего и больше ($p = 0,001$), чем летом.

В течение года изменяется не только значение величины физической работоспособности, но и ее взаимосвязь с показателями систем кровообращения и внешнего дыхания. На протяжении всех сезонов года обнаруживается сильная отрицательная связь между физической работоспособностью и величиной ЧСС. Средняя отрицательная корреляционная связь между показателем ИГСТ и ОПСС прослеживается только осенью, в остальные сезоны года связь не достоверна. В весенний и летний периоды года выявлена умеренная положительная корреляционная связь между физической работоспособностью и СВ. Осенью и зимой отношение этих величин характеризуется, как не достоверные. Осенью и зимой прослеживается умеренной силы положительная достоверная корреляционная связь величины ИГСТ с ЧД. Весной и летом эта взаимосвязь не достоверна. Также в зимний период года обнаруживается средней силы положительная корреляционная связь физической работоспособности с показателем проходимости воздухоносных путей на уровне крупных бронхов $ОФВ_1$. Таким образом, можно предположить, что осенью снижение величин ЧСС и ОПСС, а также повышение показателя ЧД в покое способствовало увеличению физической работоспособности. Зимой увеличение выносливости у лыжников происходило за счет снижения величины ЧСС и повышения показателей ЧД и $ОФВ_1$, что 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 комплексного взаимодействия сердечно-сосудистой системы и системы внешнего дыхания.

В теплое время года, а именно весной и летом, уровень физической выносливости у лыжников зависел лишь от частоты сердечных сокращений и систолического выброса, в следствии 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 осенний период года позволил установить, что наибольшей расчетной ценностью в достижении высокого уровня физической работоспособности (Y) в качестве предикторов явились частота сердечных сокращений (X₁) и частота дыхания (X₂) 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 R² равен 0,946, показатели ЧСС, ЧД и константа имеют уровень статистической значимости (p) меньше 0,001.

Полученные результаты свидетельствуют о том что, в годовом цикле у лыжников происходят изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, носящие сезонный характер. Наибольшие величины СВ и МОК были установлены в зимний период года. Снижение показателей СДД и ОПСС наблюдалось зимой. Уровень резервных возможностей системы кровообращения и физической работоспособности лыжников в холодный период года, также был оценен как высокий, что подтверждают

выявленные низкие значения таких расчетных величин, как ИНМ, АП и ИГСТ. Следовательно, установленные особенности сердечно-сосудистой системы у лыжников, следует считать компенсаторно-приспособительной реакцией организма спортсменов, как к динамически изменяющимся природно-климатическим условиям, так и возрастающим объемам физических нагрузок.

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 статических легочных объемов и емкостей: наибольшие значения ЖЕЛ и ДО выявлены зимой и превышают летние соответственно на 20,2% ($p < 0,001$) и 42,9% ($p < 0,001$), значения $PO_{\text{вд}}$ и $PO_{\text{выд}}$ 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 проходимость на уровне крупных и средних бронхов в холодный период года: величины ФЖЕЛ, ПОС, MOC_{25} , MOC_{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 MOC_{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 рекомендуется 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:

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

a – константа = 138,4,

X_1 – ЧСС (уд/мин) в покое,

X_2 – ЧД (кол/мин) в покое

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абзалов Р.А. Движение и развивающееся сердце / Р.А. Абзалов. - Москва: МГПИ им. В.И. Ленина, 1985. - 90 с.
2. Абзалов Р.А. Показатели ударного объема крови у юношей, занимающихся физическими упражнениями динамического и статического характера / Р.А. Абзалов, И.Х. Вахитов, Р.А. Сафин // Теория и практика физической культуры. - 2002.- №2 - С. 24-27.
3. Абзалов Р.А. Насосная функция сердца развивающегося организма и двигательный режим / Р.А. Абзалов. - Казань, 2005. - 277 с.
4. Абрамова В.Р. Морфофункциональные особенности адаптации и уровень физической подготовленности организма юных спортсменов 11 – 16 лет коренного населения республики Саха: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.Р. Абрамова – Тюмень, 2006. – 14 с.
5. Авцын А.П. Проявление адаптации и дизадаптации у жителей Крайнего Севера / А.П. Авцын, А.Г. Марачев // Физиология человека. - 1975. - № 4. - С. 587 - 600.
6. Авцын А.П. Патология человека на Севере / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, А.Г. Марачев, А.П. Милованов. - М.: Медицина, 1985. - 415 с.
7. Агаджанян Н.А. Адаптация к гипоксии и биоэкономика внешнего дыхания / Н. А. Агаджанян, В. В. Гневушев, А.Ю. Катков - М.: Изд-во УДН, 1987. - 186 с.
8. Агаджанян Н.А. Биоритмологические аспекты исследования адаптации человека в условиях высокогорья и Арктического Заполярья / Н. А. Агаджанян, А. И. Елфимов, В. Л. Хрущев, Г. М. Купцов // Современные аспекты биоритмологии : сб. науч. трудов. – М. : Изд-во РУДН, 1987. – С. 117–143.
9. Агаджанян Н.А. Биоритмы, спорт, здоровье / Н.А. Агаджанян, Н.Н. Шабатура. - М.: Физкультура и спорт, 1989. - 208 с.

10. Агаджанян Н.А. Экологический портрет человека на Севере / Н.А. Агаджанян, Н.В. Ермакова. - М.: КРУК, 1997. - 208 с.
11. Агаджанян Н.А. Критерии адаптации организма к гипоксической гипоксии / Н.А. Агаджанян, А.Я. Чижов // Гипоксия: деструктивное и конструктивное действие. Матер. Междунар. конф. Киев, 1998. - С. 23.
12. Агаджанян Н.А. Экологическая физиология: проблема адаптации и стратегия выживания / Н.А. Агаджанян // Экологические проблемы адаптации: матер. X Междунар. симп., 29-31 янв. 2001. - М: Изд-во РУДН, 2001. - С. 5.
13. Агаджанян Н.А. Уровень здоровья и адаптации у населения Крайнего Севера / Н.А. Агаджанян, Л.В. Саламатина, Е.Н. Леханова. – М.: Вертикаль, 2002. - 160 с.
14. Агаджанян Н.А. Функциональные резервы организма и теория адаптации / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А. П. Берсенева // Вестник восстановительной медицины. - 2004. -№ 3 (9). -С. 4-17.
15. Агаджанян Н.А. Хронофизиологическая реактивность кардиореспираорной системы у спортсменов / Агаджанян Н.А., Полатайка Ю.А., Радыш И.В. // Экология человека. – 2005. - № 7. – С.3-6.
16. Агаджанян Н.А. Стресс, физиология и экологические аспекты адаптации / Н.А. Агаджанян. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. - С.60-94.
17. Агаджанян Н.А. Биоритмы, среда обитания, здоровье / Н.А. Агаджанян, И.В. Радыш - М.: РУДН, 2013. - 362 с.
18. Агаджанян М.Г. «Спортивное сердце» с позиции оценки степени гипертрофии левого желудочка / М.Г. Агаджанян // Физиол. человека. - 2001. - Т. 27, № 3. - С. 125-128.
19. Агаджанян М.Г. Кардиологические показатели, отражающие долговременную и срочную адаптацию борцов к нагрузкам / М.Г.

- Агаджанян, Ф.Г. Бурякин // Теор. и практ. физ. культуры. – 2002. – №2. – С. 5-8.
20. Андрущенко А.А. Повышенная гелиогеомагнитная активность как фактор риска артериальной гипертензии у жителей Севера / А.А. Андрущенко, В.Н. Катюхин, Н.К. Кострюкова, М.Н. Прокопьев // Вестник новых медицинских технологий. - 2007. - Т. XIV, № 1. - С. 65-67.
21. Анохин М.И. Компьютерная спирометрия у детей / М.И. Анохин. - М.: Бином, 2012. - 104 с.
22. Аршавский И.А. Очерки по возрастной физиологии / И.А. Аршавский. - М.: Медицина, 1976. - 475 с.
23. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. - М.: Медицина, 1990. - 192 с.
24. Баевский Р.М. Оценка адаптивных возможностей организма и риска развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берснева. - М.: Медицина, 1997. - 236 с.
25. Баранов В.Л. Исследование функции внешнего дыхания / В.Л. Баранов, И.Г. Куренкова, В.А. Казанцев. - СПб.: Элби-СПб., 2002. - 302 с.
26. Баранова Е.А. Влияние мышечной работы на параметры внешнего дыхания и гемодинамику нижних конечностей у спортсменов и нетренированных лиц / Е.А. Баранова, Л.В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. - 2012. - № 364. - С. 140-142.
27. Баранова Е.А. Влияние физической нагрузки на показатели легочной вентиляции у спортсменов / Е.А. Баранова, Л.В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. - 2013. - № 374. - С. 152–155.
28. Барчуков И.С. Физическая культура и спорт: методология, теория, практика. 2-е изд. / И.С. Барчуков - М.: Изд. центр «Академия», 2008. - 528 с.
29. Беленко И.С. Особенности адаптации системы внешнего дыхания к повышенной мышечной деятельности у юных спортсменов игровых

- видов спорта с различными соматическими типами / И.С. Беленко, А.В. Шаханова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. - 2008. - № 4. - С. 96-104.
30. Белов А.А. Информативность методики определения бронхиального сопротивления для оценки бронхообструктивного синдрома / А.А. Белов, Н.А. Лакшина // Материалы X национального конгресса по болезням органов дыхания. - 2000. - С.314.
31. Белова Е.Л. Взаимосвязь показателей ритма сердца и некоторых характеристик тренировочных и соревновательных нагрузок квалифицированных лыжников-гонщиков / Е.Л. Белова, Н.В. Румянцева // Вестник спортивной науки. - 2009. - № 4. - С. 29-33.
32. Белоцерковский З.Б. Гемодинамическая реакция при статических и динамических физических нагрузках у спортсменов / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, №2. – С. 89-94.
33. Белоцерковский З.Б. Реакция сердца на изменение нагрузок / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина // Медицина и спорт. - 2005. - № 4. - С. 33-35.
34. Белоцерковский З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / Белоцерковский З.Б. - М. Совет. Спорт, 2009. – 348 с.
35. Блинников С.М. Время простой двигательной реакции и дыхание / С.М. Блинников, М.Г. Никандров // Физиология человека. - 1985. - Т. 11, №4. - С. 23-28.
36. Близневский А.Ю. Роль всероссийских массовых акций для развития физкультурно-оздоровительного движения в муниципальных образованиях субъектов РФ / А.Ю. Близневский // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2012. - Т. 91. - С. 27-34.

37. Бобров Н.Н. Физиолого-гигиенические аспекты акклиматизации человека на Севере / Н.Н. Бобров, О.П. Ломов, В.П. Тихомиров. - Л.: Медицина, 1979. - 169 с.
38. Бочаров М.И. Взаимодействие систем дыхания и терморегуляции у человека в условиях высокогорья при общем охлаждении / М.И. Бочаров // Физиология человека. - 1993. - Т. 19, № 6. - С. 101-108.
39. Бочаров М.И. Сердечно-сосудистая система и холод у человека на Севере / М.И. Бочаров, Н.Э. Истомина // Проблемы экологии человека: сб. науч. ст. по материалам Всерос. конф. с междунар. участием – Архангельск, 2000. – С. 32-37
40. Бочаров М.И. Физиологические проблемы защиты человека от холода / М.И. Бочаров // Научные доклады: серия препринтов. Сыктывкарский университет. - Сыктывкар, 2004. - С. 34-04.
41. Бреслав И.С. Лимитирует ли система дыхания аэробную работоспособность человека? / И.С. Бреслав, М.О. Сегизбаева, Г.Г. Исаев // Физиология человека. - 2000. - Т. 26, № 4. - С. 115-122.
42. Бреслав И.С. Феномен отказа в мышечной деятельности. Роль системы дыхания / И.С. Бреслав // Физиол. человека. - 2002. - Т.28, №1.- С. 121-127.
43. Брызгунов П.И. Лыжня России-2005 / П.И. Брызгунов, Н.Н. Елфимов, М.А. Елфимова // Культура физическая и здоровье. - 2005. - № 1. - С. 30.
44. Булгакова Н.Ж. Отбор и подготовка юных пловцов / Н.Ж. Булгакова.- М: Физкультура и спорт, 1986. - 191 с.
45. Бурякина Т.А. Анатомические, функциональные и генетические особенности гипертрофии миокарда спортсменов / Т.А. Бурякина // Кардиология. – 2011. – № 2. – С. 72-78.
46. Бутин И.М. Теория и методика преподавания лыжного спорта в процессе профессиональной подготовки специалистов по физической

- культуре: дис. ... док-ра пед. наук / И.М. Бутин. - Санкт-Петербург, 2002. - 84 с.
47. Бутченко Л.А. Дистрофия миокарда у спортсменов / Л.А. Бутченко, М.С. Кушаковский, Н. Б. Журавлева. - М.: Медицина, 1980. - 224 с.
48. Бутченко Л.А. Спортивное сердце / Л.А. Бутченко, М.С. Кушаковский. - СПб., 1993. - 48 с.
49. Бухарева А.С. Особенности функционального состояния кардиореспираторной системы лыжниц-гонтциц 17-20 лет с различным уровнем спортивной результативности: автореф. ... дис. канд. биол. наук / Бухарева А.С. - Челябинск, 2009. - С.8-13.
50. Быков Е.В. Динамика объемно-скоростных показателей респираторной системы спортсменов ситуационных видов спорта при проведении пробы с физической нагрузкой / Быков Е.В., Семикин Д.С. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. - 2007. - № 16 (71). - С. 132-133.
51. Бююль А. SPSS: искусство обработки информации / А. Бююль, П. Цефель. - СПб.: ДиаСОФТЮП, 2005. - 608 с.
52. Ванюшин М.Ю. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к физической нагрузке повышающейся мощности: дис. ... канд. биол. наук. / М.Ю. Ванюшин. - Казань, 2003. - С. 50-108.
53. Ванюшин Ю.С. Показатели внешнего дыхания и газообмена у спортсменов разных видов спорта / Ю.С. Ванюшин // Растущий организм; адаптация к физической и умственной нагрузке: тез. симпоз. и школы-семиналов молодых ученых и учителей. - Казань, 1996.- С. 20-21
54. Ванюшин Ю.С. Комплексная оценка сердечно-сосудистой и дыхательной систем при нагрузках повышающейся мощности / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдинов // Казан. мед. журнал. - 1999. - Т. 80, № 3. - С. 187-189.

55. Ванюшин Ю.С. Адаптация сердечной деятельности подростков к нагрузке повышающейся мощности / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдинов // Физиология человека. - 2001. - Т. 27, № 2. - С. 91-97.
56. Ванюшин Ю.С. Физическая работоспособность спортсменов с различными типами адаптации кардиореспираторной системы / Ю.С. Ванюшин, Р.Р. Хайруллин // Физиология человека. - 2008. - Т.34, №6. - с.131-133.
57. Варламова Н.Г. Адаптивные особенности функционального состояния сердечно сосудистой системы у жителей Севера / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов, О.В. Рогачевская // XVIII Съезд физиол. общества им. И.П. Павлова: Тез. докл. - Казань, 2001. - С. 490-491.
58. Варламова Н.Г. Изменение параметров электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера, как маркер влияния климата и возраста / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимова // Физиология человека. - 2002. - Т. 28, № 6. - С. 109-114.
59. Варламова Н. Г. Функция внешнего дыхания у молодых мужчин Европейского Севера в годовом цикле / Н. Г. Варламова, В. Г. Евдокимов, Е. Р. Бойко // Физиология человека. - 2008. - Т. 34, № 6. - С. 85-91.
60. Варламова Н.Г. Динамические характеристики функции внешнего дыхания у молодых мужчин севера в годовом цикле / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов, О.В. Рогачевская, Е.Р. Бойко // Физиология человека. - 2010. - Т. 36, № 3. - С. 123-129.
61. Варламова Н.Г. Артериальное давление у мужчин и женщин Севера / Н.Г. Варламова // Известия Коми научного центра УрО РАН. - Сыктывкар, 2011 - № 4(8). - С. 55.
62. Величковский Б.Т. Причины и механизмы низкого коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере / Б.Т. Величковский // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. - 2013. - № 2. - С. 97-101.

63. Гаврилова Е.А. Современные представления об адаптации аппарата кровообращения к физическим нагрузкам / Е.А. Гаврилова, А.О. Шеренков, В.В. Давыдов // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. - 2007. - №4. - С.133-140.
64. Гапон Л.И. Роль изменений хроноструктуры артериального давления в формировании артериальной гипертензии в условиях вахты на Крайнем Севере / Л.И. Гапон, Н.П. Шуркевич, А.С. Ветошкин, Д.Г. Губин, Белозерова Н.В., Ф.А. Пошинов // Медицинский Альманах. - 2011. - №3. - С. 54-60.
65. Гарганеева Н.П. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у квалифицированных спортсменов разных видов спорта в зависимости от интенсивности и типа физической нагрузки / Н.П. Гарганеева, И.Ф. Таминова, И.Н. Ворожцова, Н.А. Бурматов // Сибирский медицинский журнал (г. Томск). - 2012. - Т. 27, № 4. - С. 47-51.
66. Горбанёва Е.П. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов / Е.П. Горбанёва, В.В. Чёмов, А.А. Шамардин. - Волгоград, 2010. - 346 с.
67. Граевская Н.Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему / Н.Д. Граевская. - М.: Медицина, 1975. - 279 с.
68. Граевская Н.Д. Влияние занятий спортом на сердце / БМЭ. - М., 1984. - Т. 23. - С. 185-186.
69. Граевская Н.Д. Еще раз к проблеме "спортивного сердца" / Н.Д. Граевская, Г.А. Гончарова, Г.Е. Калугина // Теория и практика физ. культуры. 1997.-№ 4.-С. 2.
70. Граевская Н.Д. Спортивная медицина: курс лекций и практические занятия / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова - М.: Сов. спорт, 2008. - 304 с.
71. Гребнева Н.Н. Адаптационные возможности и особенности формирования организма подростков Тюменского Севера / Н.Н.

- Гребнева // Актуальные проблемы эволюционной и популяционной физиологии человека. - Тюмень, 2001. - С. 15-16.
72. Гржибовский А.М. Корреляционный анализ / А.М. Гржибовский // Экология человека. - 2008.- № 9. - С. 50-60.
73. Грибанов А.В. Динамика кровообращения у школьников в условиях Европейского Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. / А.В. Грибанов. - Архангельск, 1991. - 38 с.
74. Грибанов А.В. Состояние вегетативной нервной реакции у дошкольников и первоклассников Севера / А.В. Грибанов, Т.В. Волокитина, О.В. Самодова // Дети Севера: здоровье, рост и развитие: Материалы 1-й научно-метод. конф. - Архангельск, 1995. - С. 10—12.
75. Гридин Л.А. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека / Л.А. Гридин, А.А. Ихалайнен, А.В. Богомолов, А.Л. Ковтун, Ю.А. Кукушкин. - М.: Медицина, 2007. - 104 с.
76. Гудков А.Б. О применении нетрадиционных форм организации труда буровиков в Заполярье / А.Б. Гудков, Ю.Р. Теддер // Эколого-физиологические проблемы адаптации: VII Всерос. Симп. – М., 1994. - С. 71-72.
77. Гудков А.Б. Физиологическая характеристика нетрадиционных режимов организации труда в Заполярье: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / А.Б. Гудков. - Архангельск, 1996. - 32 с.
78. Гудков А.Б. Показатели деятельности сердечно-сосудистой системы у военнослужащих учебного центра военно-морского флота России в условиях Европейского Севера / А.Б. Гудков, А.А. Небученных, О.Н. Попова // Экология человека. - 2008. - № 1. - С. 39-43.
79. Гудков А.Б. Пульмонотропные факторы Европейского Севера / А.Б. Гудков, О.Н. Попова // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. - 2008. - № 2. - С. 15-22.

80. Гудков А.Б. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере / А.Б. Гудков, О.Н. Попова. - Архангельск, 2009. - 284 с.
81. Гудков А.Б. Новоселы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты: монография / А.Б. Гудков, А.Б. Попова, А.А. Небученных. - Архангельск: изд-во СГМУ, 2012. - 285 С.
82. Гудков А.Б. Сезонные изменения биоэлектрической активности миокарда у уроженцев Европейского Севера 18-22 лет / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Н.В. Ефимова // Экология человека. - 2012. - №9. - С. 32-37.
83. Гудков А.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера (Обзор литературы) / А. Б. Гудков, О.Н. Попова, Н.Б. Лукманова // Экология человека. - 2012. - № 1. - С. 12
84. Гудков А.Б. Сезонные изменения показатели гемодинамики и резервных возможностей сердечно-сосудистой системы у уроженцев Европейского Севера 18-22 лет / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Н.В. Ефимова // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия "Медико-биологические науки". - №3. - 2013. - С. 35-44.
85. Гудков А.Б. Человек в приполярном регионе Европейского Севера: эколого-физиологические аспекты: монография / А.Б. Гудков, Н.Б. Лукманова, Е.Б. Раменская - Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. - 184 с.
86. Деденко И.И. К вопросу о взаимосвязи функциональных изменений и состояния здоровья с фактором климата Крайнего Севера (обзор) / И.И. Деденко, Р.В. Борисенкова, Б.В. Устюшин // Гигиена и санитария. - 1990. - №7. - С. 4-9.
87. Дембо А.Г. Нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы спортсмена / А.Г. Дембо // Сердце и спорт. - М., 1968. - С. 374-466.
88. Дембо А.Г. Легочные объемы / А.Г. Дембо // Физиология дыхания. - Л., 1973. - С. 4-16.

89. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины / А.Г. Дембо. - М: Физкультура и спорт. - 1980. - 295 с.
90. Дембо А.Г. Исследование и оценка нарушений ритма сердца у здоровых молодых людей / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский // Кардиология. - 1981.-2 10.-С. 51-55.
91. Дембо А.Г. Новое в исследовании системы кровообращения спортсменов / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский, Ю.М. Шапкайтц // Теор. и практ. физ. культуры. - 1986. - № 11. - С. 42-45.
92. Дембо А.Г. Врачебный контроль в спорте / А.Г. Дембо. - М.: Медицина, 1988. - 364 с.
93. Дембо А.Г. Спортивная кардиология: руководство для врачей / А.Г. Дембо Э.В. Земцовский. - Л.: Медицина, 1989. - 464 с.
94. Деряпа Н.Р. Экологические особенности Севера и Крайнего Севера / Н.Р. Деряпа, З.И. Барабашова, Н.П. Неверова и др. // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям / под ред. Н.Н. Василевского - Л., 1980. - С. 7-18.
95. Диверт В. Э. Реакции внешнего дыхания у спортсменов-лыжников в сеансе прерывистой нормобарической гипоксии / В. Э. Диверт, С. Н. Водяницкий, С. Г. Кривошеков // Физиология человека. М.: Академиздатцентр «Наука», 2008. -Т. 34, №2.-С. 71-72.
96. Дубилей В.В. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов / В.В. Дубилей, П.В. Дубилей, С.Н. Кучкин // Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991. – 144 с.
97. Евдокимов В.Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на Севере: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.Г. Евдокимов. - Сыктывкар, 2004. - 34 с.
98. Евдокимов В.Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе / В.Г. Евдокимов,

- О.В. Рогачевская, Н.Г. Варламова // Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 257 с.
99. Евдокимов Е. И. Особенности изменений показателей функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки / Е. И. Евдокимов, Т. Е. Одинец, В.Е. Голец // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. - 2008. - № 4. - С. 64-72.
100. Елисеев Е.В. Уточнение критериев выявления гипертрофии миокарда у айкидоистов с учетом разницы в направленности их тренировки / Е.В. Елисеев // Теория и практика физической культуры. - 2006. - № 1. - С. 34—36.
101. Ермакова Н.В. Особенности системы внешнего дыхания и газообмена у коренного населения Севера / Н.В. Ермакова // Адаптационная физиология и качество жизни: проблемы традиционной и инновационной медицины: материалы междунар. симпозиума. – М.: РУДН. - 2008 - С. 118-120.
102. Ефимова Н.В. Сезонные реакции статических и динамических легочных объемов у лиц зрелого возраста, уроженцев Европейского Севера / Н.В. Ефимова // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2010. – № 1. – С. 137 – 138.
103. Ефимова Н.В. Адаптивные реакции внешнего дыхания у здоровых студентов в годовом цикле на Европейском Севере / Н.В. Ефимова, О.Н. Попова // Экология человека. – 2012. – № 3. – С. 23 – 27.
104. Ефимова Н.В. Особенности реакций сердечно-сосудистой системы на стандартную физическую нагрузку у жителей Европейского Севера в динамике годового цикла / Н.В. Ефимова, О.Н. Попова / В мире научных открытий. Проблемы науки и образования . – 2012. – № 2 (26). – С. 44 – 47.
105. Ефимова Н.В. Эколого-физиологическая характеристика адаптивных реакций кардиореспираторной системы в годовом цикле у молодых

- лиц 18-22 лет уроженцев Европейского Севера: дисс. ..канд.мед. наук / Н.В. Ефимова. - Москва, 2013. - 176 с.
106. Жвавый П.Н. Индивидуальная изменчивость соматостатина детей отдельных этнических групп Тюменской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук / П.Н. Жвавый. - Тюмень, 1997. - 22 с.
107. Жилкин А.И. Легкая атлетика / А.И. Жилкин, В.С. Кузьмин, Е.В. Сидорчук – М.: Академия, 2003. – 461 с.
108. Завьялова А.А. Сезонные изменения показателей внешнего дыхания у детей среднего школьного возраста – уроженцев г. Архангельска / А.А. Завьялова, Ф.А. Щербина, В.С. Смолина // Экология человека. – 2012. – № 2. – С. 28 – 31.
109. Завьялова А.А. Сезонные изменения проходимости воздухоносных путей у детей среднего школьного возраста, жителей Европейского Севера / А.А. Завьялова, Ф.А. Щербина, В.С. Смолина // Экология человека. – 2012. – № 4. – С. 34 – 38.
110. Завьялова А.А. Сезонные изменения показателей легочного газообмена и его экономичности у детей 11-14 лет, уроженцев Европейского Севера / А.А. Завьялова // В мире научных открытий. – 2012. – № 2 (26). – С. 48 – 52.
111. Завьялова А.А. Характеристики сезонных изменений внешнего дыхания у детей-северян 11-14 лет: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.А. Завьялова. - Архангельск, 2012. - 19 с.
112. Земцовский Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. - СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.
113. Зуев О.А. Адаптация дыхательной и сердечно-сосудистой системы девушек-легкоатлеток к физическим нагрузкам скоростно-силовой направленности: автореф. дис. канд. биол. наук. / О.А. Зуев. - Челябинск, - 2009. - 14 с.
114. Исаев А.П. Спирометрические и кардиопульмональные изменения у лыжников-гонщиков юниоров в послесоревновательном этапе в

- условиях покоя и модельной эргометрической нагрузки / Исаев А.П., Эрлих В.В., Епишев В.В., Хусаинова Ю.Б., Демидов В.А. // Вестник Южно-уральского государственного университета. Серия: образование, здравоохранение, физическая культура. - 2011. - №39 (256). - С. 22-26.
115. Исаев Г.Г. Регуляция дыхания при мышечной работе / Г.Г. Исаев. - Л.: Наука, 1990.-120 с.
116. Иванова Н.В. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы спортсменов с различной спецификой мышечной деятельности в соревновательном периоде подготовки / Н.В. Иванова // Вестник спортивной науки. - 2011. - № 1. - С. 64-68.
117. Иванова Н.В. Различие факторных структур подготовленности спортсменов в зависимости от специфики мышечной деятельности и этапа подготовки / Н.В. Иванова, Е.А. Ширковец // Вестник спортивной науки. - 2011. - № 1. - С. 41-44.
118. Иорданская Ф. А. Корреляционный анализ показателей адаптации с возможными факторами риска сердечно-сосудистой системы при обеспечении работоспособности у спортсменов / Ф. А. Иорданская // Вестник спортивной науки. - 2009. - № 5. - С. 25-30.
119. Казначеев В.П. Синдром полярного напряжения и некоторые вопросы экологии человека в высоких широтах / В.П. Казначеев, В.Ю. Куликов // Вестн. АН СССР. - 1980. - №1. - С. 74-82.
120. Кандрор И.С. Очерки по физиологии и гигиене человека на Крайнем Севере / И.С. Кандрор. - М.: Медицина, 1968. - 280 с.
121. Карпман В. Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В. Л. Карпман, Б.Г. Любина. - М.: Физкультура и спорт, 1982. — 135 с.
122. Карпман, В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности / В.Л. Карпман. - М.: Медицина, 1982. - Т.2. - С. 101-110.
123. Карпман В.Л. Спортивная медицина / В.Л. Карпман.- М.: Физкультура и спорт, 1987. - 304 с.

124. Карпман В.Л. Двухосевая эхокардиография в диагностике гипертрофии миокарда и дилатации полости левого желудочка у спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, С. Арслан // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана. М. : РГАФК, 1994. - С. 146–153.
125. Карташова Л.А. Маркеры дизадаптации сердечно-сосудистой системы у спортсменов циклических и ациклических видов спорта по данным эхокардиографии / Л.А. Карташова, В.В. Корнякова, О.Л. Смитиенко // Вестник Тюменского государственного университета. - 2008. - № 3. - С. 39-45.
126. Кару Т.Э. Электрокардиографическое исследование спортсмена в покое / Т.Э. Кару // Спортивная медицина М.: Медицина, 1984.-С. 89-93.
127. Кирьянова М.А. Методика комплексной оценки центрального и периферического кровообращения квалифицированных спортсменов с учетом специфики мышечной деятельности / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. - 2011. - № 4. - С. 13-19.
128. Кирьянова М.А. Особенности центральной гемодинамики у спортсменов-пловцов с учетом характера мышечной деятельности / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. - 2011. - № 6. - С. 15-21.
129. Кирьянова М.А. Функциональное состояние системы кровообращения пловцов с учетом характера мышечной деятельности / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина // Омский научный вестник. - 2011.- № 3. - С. 147-150.
130. Ковязина О.Л. Морфологические и функциональные показатели младших школьников северного города/ О.Л. Ковязина: автореф. дис... канд.биол. наук / Тюм. гос. ун-т. - Тюмень, 1998. - 23с.

131. Копосова Т. С. Сезонные изменения показателей кардиогемодинамики и вегетативного статуса организма студентов / Т.С. Копосова, С. Н. Чикова, А.Е. Чиков // Экология человека. - 2004. - № 5. - С.23-25.
132. Копосова Т.С. Динамика показателей сердечного ритма и адаптивные возможности организма студентов в разные сезоны года / Т.С. Копосова, С.Н. Чикова // Вестник Поморского университета. – 2009. - №1. - С. 11-19.
133. Копытова Н. С. Сезонные изменения функционального состояния системы внешнего дыхания у жителей Европейского Севера России / Н. С. Копытова, А. Б. Гудков // Экология человека. - №10. - 2007. - С. 41-43.
134. Крылова А.В. Корреляционные связи показателей физического развития и сердечно-сосудистой системы школьников 11-16 лет / А.В. Крылова // Тез. 6 Всероссийского симпозиума "Растущий организм: адаптация к физической и умственной нагрузке". - 2002. - С.84-85.
135. Кубушка О.Н. Некоторые реакции кардиореспираторной системы у молодых лиц трудоспособного возраста на стадии адаптивного напряжения при переезде на Север / О.Н. Кубушка, А.Б. Гудков, А.Э. Щербакова// Экология человека - 2004 - № 5. - С. 16-18.
136. Кузнецова А.П. Особенности циркадного ритма артериального давления у больных артериальной гипертензией в условиях Севера / А.П. Кузнецова, Ю.А. Николаев, В.Я. Поляков // Вестник новых медицинских технологий. - 2011. - Т.18, № 3. - С. 322-325.
137. Кудря О.Н. Особенности периферической гемодинамики спортсменов при адаптации к нагрузкам различной направленности / О.Н. Кудря, М.А. Кирьянова, Л.В. Капилевич // Бюллетень сибирской медицины. - 2012. - Т. 11, № 3. - С. 48-52.
138. Кушаковский М.С. Аритмии и блокады сердца / М.С. Кушаковский, М.Б. Журавлева. - Л.: Медицина, 1981. - 340 с.

139. Лазарева Э.А. К вопросу изучения состояния сердечно-сосудистой системы легкоатлетов высокого класса / Лазарева Э.А., Коновалова Л.В. // Успехи современного естествознания. - 2008. - №1. - С. 81.
140. Лисихин М.С. Биоэкономика внешнего дыхания / М.С. Лисихин // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XI Междунар. симп. - М., 2003. - С. 315.
141. Лутфуллин И.Я. Электрокардиография у юного спортсмена: вариант нормы или патология? / Лутфуллин И.Я., Сафина А.И. // Практическая медицина. - 2012. - №7. - С. 67-70.
142. Макарова Г.А. Спортивная медицина / Макарова Г.А. - М.: Советский спорт, 2003. - 265 с.
143. Матвеева А.М. Функциональные особенности формирования спортивного перенапряжения у лыжников, тренирующихся в условиях Севера: автореф. канд. мед.наук / А.М. Матвеева. - Тюмень, 2007. - 26 с.
144. Матюхин В.А. Биоклиматология человека в условиях муссонов / В.А. Матюхин - Л.: Наука, 1971. - 82 с.
145. Меерсон Ф.З. Адаптация и дисрегуляция функций спортсменов к нагрузкам олимпийского цикла подготовки / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова - Челябинск, 1993. - 380 с.
146. Мельников А.А. Особенности гемодинамики и реологических свойств крови у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / А.А. Мельников, А.Д. Викулов // Теор. и практ. физ. культуры. - 2003. - №1. - С. 23-26
147. Меркулова Р.А. Возрастная кардиогемодинамика у спортсменов / Р.А. Меркулова, С.В. Хрущев, В.Н. Хельбин. - М.: Медицина, 1989. - 112 с.
148. Михалюк Е.Л. Центральная гемодинамика, вариабельность, сердечного ритма и физическая работоспособность у спортсменов высокого класса, развивающих физические качества быстроты и силы / Е.Л. Михалюк, В.В. Сыволап, И.В. Ткалич, Н.М. Чечель // Педагогика,

- психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2009. - № 12. - С. 123-125.
149. Мотылянская Р.Е. Спортивная медицина / Р.Е. Мотылянская // Большая медицинская энциклопедия. - Москва, 1985. - Т. 24. - С. 165-166.
150. Мотылянская Р.Е. Врачебно-физиологический раздел спортивного отбора и ориентации / Р.Е. Мотылянская. - Москва, 1997. - 37 с.
151. Небученных А.А. Состояние кардиореспираторной системы у военнослужащих по призыву в начальный период службы на Европейском Севере: дис. ... канд. мед. наук. / А.А. Небученных. - Архангельск, 2006. - 126 с.
152. Никитина Л.Ю. Бронхоспазм физической нагрузки у спортсменов: современное состояние проблемы / Л.Ю. Никитина, Ю.А. Петровская, С.Ш. Гасимова, А.А. Ульянов, Т.В. Шашкова // Практическая медицина. - 2011. - № 51. - С.104-109.
153. Опарина О.Н. Изменение показателей внешнего дыхания при адаптации к физической нагрузке / О.Н. Опарина // Теория и практика физической культуры. - 2003. - № 3. - С. 56-57.
154. Осколкова М.К. Электрокардиография у детей изд. 2-е., доп. и испр. / М.К. Осколкова, О.О. Куприянова. - М.: МЕДпресс-информ, 2004. - 352 с.
155. Осколкова Е.М. Физическая подготовленность студентов сыктывкарского государственного университета, занимающихся плаванием / Е.М. Осколкова // Сборник научных трудов Sworld. - 2007. - Т. 18, № 1. - С. 72-73.
156. Пантелеева Н.И. Электрическая активность сердца в период реполяризации желудочков у лыжников-гонщиков: дис. ... канд. биол. наук. / Н.И. Пантелеева. - Сыктывкар, 2012. - С. 78-93.
157. Перельман Ю.М. Сезонная динамика регуляции дыхания человека / Ю.М. Перельман, Н.С. Прилипко // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 1999. - № 5 - С. 1-10.

158. Питкевич Ю. Э. Показатели адаптации организма спортсменов к высокоинтенсивным соревновательным нагрузкам / Ю. Э. Питкевич // Вестник Витебского государственного медицинского университета . — 2010 . — Том 9, N 3 . — С. 170-175 .
159. Погоньшева И.А. Сравнительная характеристика показателей кардиореспираторной спортсменов и лиц, не занимающихся спортом в условиях северного промышленного города: дис. ... канд. биол. наук. / И.А. Погоньшева. - Тюмень, 2006 - С. 89.
160. Полатайко Ю.А. Динамика физиологической реактивности организма спортсменов в годичном цикле подготовки // Вестник новых медицинских технологий. - 2005. - Т. XII, № 2. - С. 79
161. Попова О.Н. Динамика статических легочных объемов и емкостей в контрастные сезоны года у жителей Крайнего Севера / О.Н. Попова, Ю.Ф. Щербина // Матер. всерос. молодежной научно-практ. конф. «Адаптация человека на Севере: медико-биологические аспекты». – Архангельск, 2012. – С. 255-259.
162. Попова О.Н. Сезонные изменения показателей гемодинамики и типов реакции на стандартную физическую нагрузку у жителей Европейского Севера / О.Н. Попова, Н.В. Ефимова, А.Б. Гудков // Материалы Всероссийской научно – практической конференции «Югра – за здоровый образ жизни». – Ханты – Мансийск: Изд-во ХМГМА, 2012. – С. 220 – 222.
163. Попова О.Н. Сезонные реакции легочных объемов и емкостей у уроженцев Европейского Севера 18-23 лет / О.Н. Попова, Н.В. Ефимова // Материалы XV Всероссийского симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации», посвящ. 50-летию кафедры нормальной физиологии РУДН. – М., 2012. – С. 175 – 176.
164. Приходько А.Г. Иммунологические механизмы в инициации и модулировании холодовой реактивности дыхательных путей / А.Г.

- Приходько, Г.А. Макарова // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 2009. - С. 13-16.
165. Прокофьева В.Н. Зависимость продолжительности фаз и периодов сердечного цикла у спортсменов от направленности тренировочного процесса / В.Н. Прокофьева, В.И. Кузнецов, А.А. Корневская // Физиология человека. - 2007. - Т.33, №6. - С.71-78.
166. Романчук А.П. Изменение показателей центральной гемодинамики квалифицированных спортсменов при тестировании с использованием управляемого дыхания и их оценка / А.П. Романчук, В.В. Писарук // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. - 2013. - № 11. - С. 77-84.
167. Рощевский М.П. региональные и сезонные особенности функций кардиореспираторной системы жителей Севера / М.П. Рощевский// Физиология человека. – 1994. - №6. – С.75-81.
168. Русанов В.Б. Системные изменения центральной гемодинамики в условиях адаптации к физическим нагрузкам на выносливость / В.Б. Русанов // Вестник челябинского государственного педагогического университета. - 2009. - С. 267-275.
169. Садыкова Д.И. Эссенциальная артериальная гипертензия у спортсменов / Д.И. Садыкова, И.Я. Лутфуллин // Казанский медицинский журнал. - 2012. - Т. ХСII, № 6. - С. 927-931.
170. Сашенков С.Л. Состояние систем транспорта кислорода у спортсменов с аэробной и анаэробной направленностью тренировочного процесса / С.Л. Сашенков, Г.В. Усков // Известия Челябинского научного центра.- 2004. - С. 95.
171. Сергеев Г.А. Теория и методика обучения базовым видам спорта. Лыжный спорт // Г.А. Сергеев, Е.В. Мурашко, Г.В. Бабкин - М.: Академия, 2013. - 176 с.
172. Семенов Н.И. Оценка эффективности годичного двухциклового построения подготовки квалифицированных лыжников-гонщиков в

- условиях Крайнего Севера / Н.И. Семенов, А.Ю. Шарахудинова // Культура физическая и здоровье. - 2013. - № 1 (43). - С. 3-6.
173. Смирнов В.М. Физиология физического воспитания и спорта / В.М. Смирнов, В.И. Дубровский – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2002. – 600 с.
174. Солодков А.С. Повышение резервов адаптации к физическим нагрузкам с помощью резистивной тренировки вентиляторного аппарата / А.С. Солодков, А.Б. Савич // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. - Тверь, 1991. - С. 70 -78.
175. Солодков А.С Физиология спорта / А.С Солодков, Е.Б. Сологуб. -СПб., 1999.-232с.
176. Солопов И.Н. Сущность и структура функциональной подготовленности спортсменов / И.Н. Солопов, А.А. Шамардин, В.В. Чёмов Теория и практика физической культуры. - 2010. - № 8. - С. 56-60.
177. Степочкина Н.А. О происхождении синусовой аритмии у спортсменов / Н.А. Степочкина, В.В. Васильева, В.В. Трунин и др. // иПФК. - 1987. - № 1. - С. 41-43.
178. Стрельникова С. В. Реакция кардиореспираторной системы юных спортсменов и нетренированных подростков г. Сыктывкара на субмаксимальную физическую нагрузку / С.В. Стрельникова, Н.И. Пантелеева, Т.В. Яцечко, И.М. Роцевская, М.П. Роцевский // Экология человека. - 2010. - № 7. - С. 25-29
179. Суханова И.В. Взаимосвязь морфофункциональных показателей и типов гемодинамики у юношей Северо-Востока России / И.В. Суханова, А.Я. Соколов// Экология человека. - 2008. - № 5. - С. 36–39.
180. Таминова И.Ф. Особенности сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности у спортсменов высокой квалификации с разной спецификой видов спорта / И.Ф. Таминова // Сибирское медицинское обозрение. - 2009. - Т.1. - № 55. - С. 73-77.

181. Тихвинский СБ. Медико-биологические проблемы отбора юных спортсменов / СБ. Тихвинский // Актуальные вопросы научного обеспечения подготовки спортсменов. - Ленинград, 1985. - С. 51-58.
182. Тихвинский С.Б. Влияние систематических занятий спортом на систему дыхания юных спортсменов. Детская спортивная медицина. / С.Б. Тихвинский, С.В. Хрущев. - М.: Медицина, 1991. - С. 119–127.
183. Ткачев А.В. Особенности здоровья человека на Севере / А.В. Ткачев // Север как объект комплексных региональных исследований. - Сыктывкар. - 2005. - С. 151-171.
184. Ткаченко Б.Н. Физиология человека / Б.Н. Ткаченко. - СПб.: Международный фонд истории науки, 1994. - Т. 1. - 567 с.
185. Уилмор Дж. Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Уилмор, Д.Л. Костил. - Киев: Олимпийская литература, 1997. - 486 с.
186. Унгурияну Т.Н. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях / Т.Н. Унгурияну, А.М. Гржибовский // Экология человека. - 2011. - № 5. - С. 55-60.
187. Устюшин Б.В. Физиолого-гигиенические аспекты труда человека на открытых территориях Крайнего Севера / Б.В. Устюшин // Медицина труда и пром. экология. - 1994. - № 12. - С. 10-13.
188. Фаузер В.В. Население и демографическое развитие Севера России / В.В. Фаузер // Север как объект комплексных исследований. - Сыктывкар, 2005. - С. 96-101.
189. Фаузер В.В. Основные тенденции расселения населения в районах север / В.В. Фаузер, Г.Н. Фаузер // Корпоративное управление и инновационное развитие Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. - 2013. - № 1. - С. 152-179.

190. Федоров Н.А. Влияние физической нагрузки повышающейся мощности на показатели кардиореспираторной системы спортсменов с различными типологическими особенностями кровообращения: дис... канд. биол. наук / Н.А. Федоров. - Казань, 2010. - 124 с.
191. Фомин Н.А. Физиологические основы двигательной активности / Н.А. Фомин, Ю.Н. Вавилов. - М.: ФиС, 1991. - 224 с.
192. Хаснулин В. И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на Севере, подходы к профилактике и лечению / В. И. Хаснулин, А. В. Хаснулина, И. И. Четкина // Экология человека. — 2009. - № 6. - С. 26-30.
193. Чащин В.П. Характеристика основных факторов риска нарушения здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В.П. Чащин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Ю.О. Одланд, А.А. Ковшов // Экология человека. - №1. - 2014. - С. 3-12.
194. Чёмов В.В. Применение интервальных резистивно-респираторных нагрузок в тренировке легкоатлетов / В.В. Чёмов, И.Н. Солопов, А.Г. Камчатников, А.С. Мартюшев // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. - № 6. - 2009. - С. 159-163.
195. Чёмов В.В. Использование гиповентиляционных режимов дыхания в тренировке легкоатлетов – прыгунов / В.В. Чёмов, А.С. Мартюшев // Культура физическая и здоровье. - 2011. -№11. - С.21-23.
196. Чеснокова В.Н. Амплитудно-фазовые особенности ритма чсс и ад у юношей в сезонной динамике в условиях северного региона / В.Н. Чеснокова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2010. - №11. - С. 20-29
197. Чеснокова В.Н. Сезонные изменения кардиогемодинамики у студентов с различными типами кровообращения в условиях Приполярья / В.Н.

- Чеснокова // Вестник Северного (Арктического) Федерального Университета. Серия: Естественные Науки. - 2011. - № 4. - С. 84-89.
198. Чоговадзе А.В. Некоторые макроморфологические и функциональные особенности спортсмена в различных видах спорта / А.В. Чоговадзе // Врачебный контроль за физическим воспитанием и реабилитация спортсменов. - Москва, 1985. - С. 3-8.
199. Чупакова Л. В. Изменения показателей легочного газообмена у детей старшего школьного возраста, жителей Европейского Севера, в годовом цикле / Л. В. Чупакова // Адаптация человека на Севере: медико-биологические аспекты: материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции / Арханг. регион. отделение Физиол. общ-ва им. И.П. Павлова [и др.]. – Архангельск, 2012. – С. 348 – 352.
200. Чупакова Л. В. Изменения показателей легочной вентиляции в годовом цикле у детей старшего школьного возраста, уроженцев Европейского Севера / Л. В. Чупакова, Ф. А. Щербина, В. С. Смолина // Экология человека. – 2012. – № 8. – С. 50 – 53.
201. Чупакова Л. В. Сезонные изменения показателей легочного газообмена у детей старшего школьного возраста, жителей Европейского Севера / Л. В. Чупакова, Ф. А. Щербина // В мире научных открытий. – 2012. – № 2(26). – С. 138 – 141.
202. Чупакова Л.В. Показатели внешнего дыхания у детей-северян старшего школьного возраста в динамике годового цикла: автореф. дис.... канд. биол. наук / Л.В. Чупакова. - Архангельск, 2013. - 18 с.
203. Чуфистова О.Н. Связь напряженности регуляторных систем организма с типом ортостатических реакций у спортсменов при статических нагрузках / О.Н. Чуфистова // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. - 2009. - № 3 (81). - С. 21–23.
204. Шаханова А.В. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов разных видов спорта по данным variability ритма

- сердца / А.В. Шаханова, Я.К. Коблев, С.С. Гречишкина // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Естественно-математические и технические науки - 2010. - № 4. - С.105-111.
205. Швер И.А. Климат Архангельска / И.А. Швер, А.С. Егорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 203 с.
206. Шейх-Заде Ю.Р. Определение должной частоты сердечных сокращений у человека в покое / Ю.Р. Шейх-Заде, Ю.А. Зузик, К.Ю. Шейх-Заде // Физиология человека.- 2001. - Т. 27, №6. - С. 114-116.
207. Шигалевский В.В. Перенапряжение системы кровообращения у спортсменов: возможность инструментальной диагностики и программа реабилитации / В.В. Шигалевский, В.Я. Тычинин и др. // Актуальные вопросы спортивной медицины. - Киев, 1980. - С. 246-248.
208. Ширковец Е.А. Различие факторных структур подготовленности спортсменов в зависимости от специфики мышечной деятельности и этапа подготовки / Е.А. Ширковец, Н.В. Иванова // Вестник спортивной науки. - 2011. - № 1. - С. 41-44.
209. Ширяева О.С. Экстремальная среда жизнедеятельности: субъективные и объективные критерии / О.С.Ширяева // Личность в экстремальных условиях и кризисных ситуациях жизнедеятельности. - 2011. - № 1. - С. 98-105.
210. Шишкин Г.С. Проблемы пограничных состояний в пульмонологии / Г.С. Шишкин // Материалы докладов 4 съезда физиологов Сибири и Дальнего Востока. - Новосибирск. - 2002. - С. 305.
211. Шишкин Г.С. Нормативы показателей внешнего дыхания для мужчин, проживающих в Западной Сибири / Г.С. Шишкин, Н.Д. Уманцев, Н.В. Устюжанинова // Бюл. физиологии и патологии дыхания. - 2005. - Вып. 21. - С. 7-12
212. Шишкин Г.С. Компенсаторное значение повышения воздушности респираторных отделов легких / Г.С. Шишкин // Физиология человека. – 2008. - №6. - С. 121-125.

213. Шишкин Г.С. Функциональное состояние внешнего дыхания здорового человека / Г.С. Шишкин, Н.В. Устюжанинов // Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 329 с.
214. Шмердяк А.В. Физиологические и метаболические характеристики процессов адаптации и дезадаптации организмов спортсменов высокой квалификации: дис. ... канд. мед. наук. / А.В. Шмердяк. - Тюмень, 2005 С. 3-100
215. Щербина Ю.Ф. Пройодимость дыхательных путей в контрастные сезоны года у лиц юношеского возраста, жителей Крайнего Севера / Ю.Ф. Щербина, О.Н. Попова // Актуальные проблемы материнства и детства в реализации государственной программы развития здравоохранения в Российской Федерации. – Нарьян-Мар, 2012. – С. 346-351.
216. Щербина Ю.Ф. Характеристика резервных возможностей и эффективности вентиляции легких у жителей Крайнего Севера в контрастные сезоны года / Ю.Ф. Щербина, О.Н. Попова // Экология человека. – 2012. - №12. - С. 10-15.
217. Щербина Ю.Ф. Физиологическая характеристика сезонных реакций дыхательной системы у лиц юношеского возраста в условиях Кольского заполярья: автореф.....канд.биол.наук / Ю.Ф. Щербина.- Архангельск, 2013. - 17 с.
218. Эберт Л.Я. Динамика показателей систем внешнего дыхания и кровообращения у спортсменов с анаэробной и аэробной направленностью тренировочного процесса по сезонам года / Л.Я. Эберт, С.Л. Сашенков, В.А. Колупаев // Известия челябинского научного центра УРО РАН. - 2008. - № 2. - С. 139-144.
219. Яковлев Г.М. Типы кровообращения здорового: нейрогуморальная регуляция минутного объема кровообращения в условиях покоя / Г.М. Яковлев, В.А. Карлов // Физиология кровообращения, 1992. - Т. 18, №6. - С. 86-108.

220. Яхонтов С.В. Механизмы и факторы взаимодействия звеньев сердечно-сосудистой системы при переходных процессах (аналитический обзор, часть 1) / С.В. Яхонтов // Вестн . Томского гос . пед . ун-та. - 2010. - №3 (93). - С . 149–155.
221. Abergel E. Vascular and cardiac remodeling in world class professional cyclists / E. Abergel, A. Linhart, G. Chatellier et al. // American Heart Journal. - 1998.-V. 136.-№ 5.- P. 818.
222. Abernethy W.B. Echocardiographic characteristics of professional football players / W.B. Abernethy, J.K. Choo, A.M. Hutter Jr. // Journal of the American College of Cardiology. - 2003. - № 41. - 280–284.
223. Ahmed T. M. D. Effect of cold air exposure and exercise on nonspecific bronchial reactive / T. M. D. Ahmed, I. B. S. Danta // Chest. - 1988. - Vol. 93. - P. 1132-1136.
224. Amundsen L.R. Normal and abnormal cardiovascular response to acute physical exercise / L.R. Amundsen, H. Neelsen // Cardiac rehabilitation. - New York. - 1988.-P. 1-10.
225. Anderson R. D. Pulse Pressure and Adverse Outcomes in Women: A Report From the Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) / R. D. Anderson, B. C. Sizemore, G. M. Barrow, B. D. Johnson, C. N. Bairey Merz, G. Sopko, G. O. von Mering, E. M. Handberg¹, W. W. Nichols and C. J. Pepine // American Journal of Hypertension. - 2008. - Vol. 21. - P. 1224–1230.
226. Anderson S.D . The mechanism of exercise-induced asthma / S.D. Anderson, E. Daviskas // J Allergy Clin Immunol. - 2000 - № 106 (3). -P. 453.
227. Anderson S.D. Exercise-induced bronchoconstriction: pathogenesis / S.D. Anderson, P. Kippelen // Curr. Allergy Asthma Rep. 2005, Mar. - Vol. 5, N 2. -P. 116-122.

228. Askanazi J. Influence of exercise and CO₂ on breathing pattern of normal man / J. Askanazi, J. Milic-Emili, J.R. Broell et al. // *J. Appl. Physiol.* - 1979.-V. 47.- P. 193-196.
229. Astrand P.O. Cardiac output during submaximal and maximal work / P.O. Astrand, T.E. Cuddy, B. Saltin et al. // *J. Appl. Physiol.* - 1964 . - Vol. 19. - № 2. - P. 268-271.
230. Baile E.M. Role of tracheal and bronchial circulation in respiratory heat exchange / E.M. Baile, R.H. Dahlby, R.K. Wisser, PD. Pare // *J. Appl. Physiol.* - 1985. - Vol. 58. - P 217-221.
231. Benestad A.M. Physical activity and cardiovascular disease / A.M. Benestad // *Scand. J. Soc.Med.* - 1982. - P. 179-183.
232. Bevegard B.S. Regulation of the circulation during exercise in man / B.S. Bevegard, J.T. Shepherd // *Physiol. Rev.* - 1967. - V. 47. - № 2. - P. 178-213.
233. Bhambhani Y. Prediction of stroke volume from oxygen pulse measurements in untrained and trained men / Y. Bhambhani, S. Norris, G. Bel et. al. // *Can. J. Appl.* -1994. - V. 19. - P. 49-59.
234. Bhaskaran K. Effects of ambient temperature on the incidence of myocardial infarction / K. Bhaskaran, S. Hajat, A. Haines, E. Herrett, P. Wilkinson, L. Smeeth // *Heart.* - 2009 - № 95. - P. 1760-1769.
235. Blair S.N. Exercise and fitness in childhood: implications for a lifetime of health. In: Gisolfi CV. Perspectives in exercise science and sports medicine / S.N. Blair et al. - Indianapolis: Benchmark Press, 1999. - P 401-430.
236. Bougault V. Asthma, airway inflammation and epithelial damage in swimmers and cold-air athletes / V Bougault V., Turmel J., St-Laurent J., Bertrand M., Boulet L.P.// *Eur Respir J.* - 2009- № 3. - 3740-746.
237. Brodsky M. Arrhythmias documented by hour continuous electrocardiographic recording: monitoring in 50 male medical students without apparent heart diseases / M. Brodsky, D. Wu, P. Denes et al. // *Amer. J. Cardiol.* - 1977.-Vol. 39.-P. 390-395.

238. Bye P.T. Respiratory factors limiting exercise / PT. Bye, G.A. Farkas, Ch. Roussos // *Ann. Rev. Physiol.* - 1983. - V.45. - P. 439-451.
239. Colan S.D. Mechanics of left ventricular systolic and diastolic function in physiologic hypertrophy of the athlete's heart / S.D. Colan // *Cardiol. Clin.* - 1997. - V. 15. - № 3. - P 355.
240. Cole C. R. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality / C. R. Cole, E.H. Blackstone, M.J. Pashkow, C. Snader, M. Lauer // *N. Engl. J. Med.* - 1999. - Vol. 341(18). - P. 1351–1357.
241. Cousteau J.P. *Cardiologie sportive* / J.P. Cousteau. - Paris: Masson. - 1988.- 182 p.
242. Davies A. *The Respiratory System* / A. Davies, C. Moores. - Oxford.: Elsevier.-2003.-P. 208.
243. De Maria A.N. Alterations in ventricular mass and performance induced by exercise training in man evaluated by echocardiography / A.N. De Maria, A. Neumann, G. Lee et al. // *Circulation.* - 1978.-Vol.57.-P. 237-244.
244. Di Bello V. Left ventricular function during exercise in athletes and in sedentary men / V. Di Bello, G. Santoro, L. Talarico et al. // *Med. Sci. Sports Exerc.* -1996.-V.28.-№2.-P. 190.
245. Donald R. Ms. Effects of iron deficiency and exercise on myoglobin in rats / R. Ms Donald, L Hegenauer, A. Sucec, P. Saltman // *Europ. J. Appl. Physiol.* - 1984. - V. 52.- P.414-419.
246. Ekblom B. Factors determining maximal aerobic power / B. Ekblom // *Acta physiol.scand.* - 1986. - V.126, Suppl. 556. - P. 15-19.
247. Fagard R.H. Impact of different sports and training on cardiac structure and function / R.H. Fagard // *Cardiol. Clin.* - 1997. - V. 15. - № 3. - P. 397.
248. Fagard R. H. Athlete's heart. *Heart* / R. H. Fagard. - 2003. - P. 1455–1461.
249. Gaides M.A. Myocardial adaptation to arterial hypertension during exercise / M.A. Gaides, I. Ben Dov. - *ATS, Orlando, USA, 2004.* - P.21-26.

250. Gal van O. Structural and functional changes in the heart of high-performance athletes R.H. / O. Galvan, G. Cherebetiu, H. Melendez et al. // Arch. Inst. Cardiol. Mex. - 1999. - V. 69, № 1. - P. 26.
251. Gibbons R. J. Abnormal heart-rate recovery after exercise // Lancet. - 2002. - Vol. 359. - P. 1536–1537.
252. Hållmarker U. Cardiac arrest in a long-distance ski race (Vasaloppet) in Sweden / U. Hållmarker, K. Michaëlsson , J. Arnlöv , S. James // J Am Coll Cardiol. - 2012. - № 60. -P. 1431-1432.
253. Hasnulin V. Geophysical perturbations as the main cause of Northern Stress / V. Hasnullin // Alaska medicine. - 2007. - Vol. 49, № 2 - P. 237 - 245.
254. Haykowsky M. Left ventricular wall stress during leg-press exercise performed with a brief Valsalva maneuver / M. Haykowsky, D. Taylor et al. // Chest. —2001.-Vol. 119.-P. 150-154.
255. Heir T. The influence of training intensity, airway infections and environmental conditions on seasonal variations in bronchial responsiveness in cross-country skiers / T. Heir, S. Larsen // Scand J Med Sci Sports. - 1995. - № 5(3). - P.152-159.
256. Hull J.H. Approach to the diagnosis and management of suspected exercise induced bronchoconstriction by primary care physicians / J.H. Hull, P.J. Hull, J.P. Parsons, J.W. Dickinson, L. Ansley // BMC PulmMed. - 2009. - № 9. - P. 29.
257. Ingjer F. J. Development of maximal oxygen uptake in young elite male cross-country skiers: a longitudinal study / F. J. Ingjer // Sports Sci. - 1992. - № 10(1). - P. 49-63.
258. Kohl H. ECG voltage criteria for left ventricular hypertrophy differ by gender and race and ethnicity: results from the texas adolescent athlete heart screening registry / H. Kohl, A. Fenrich, G. Whitfield, J. Hutchings, E. Garcia, G. Rodgers, S. Lawrence // American College of Cardiology.-2013. - P. 112-131.

259. Kristal-Boneh E. Summer-winter differences in 24 h variability of heart rate / Kristal-Boneh E., Froom P., Harari G. et al. // *J. Cardiovasc. Risk.* - 2000. - V. 7. - P. 141.
260. Larsson K High prevalence of asthma in cross country skiers / Larsson K., Ohlsén P., Larsson L., Malmberg P., Rydström P.O., Ulriksen H. // *BMJ.* - 1993. - № 307. - P. 1326-1329.
261. Laurenceau J.L. Echocardiographic findings in Olympic athletes (abstr) / Laurenceau J.L., Turrat J, Dumesnil J // *Circulation.* - 1977. - № 56 (suppl III). - P. 3-25.
262. Ljungqvist A. The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Periodic Health Evaluation of Elite Athletes / A. Ljungqvist, P.J. Jenoure, L. Engebretsen et al. // *Clin. J. Sport. Med.* - 2009. - Vol. 19. - P. 347-365.
263. Losnegard T. Seasonal variations in VO₂max, O₂-cost, O₂-deficit, and performance in elite cross-country skiers /T. Losnegard, H. Myklebust, M. Spencer, J.J Hallén // *Strength Cond Res.* - 2013. - 27(7). - P. 1780-1790.
264. Losnegard T. Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers / T. Losnegard, J. Hallén // *Int J Sports Physiol Perform.* - 2014. - № 9(1). - P. 25-31.
265. Maron B.J. Cardiac disease in young trained athletes: insights into methods for distinguishing athlete's heart from structural heart disease, with particular emphasis on hypertrophic cardiomyopathy / B.J. Maron, A. Pelliccia, P. Spirito // *Circulation.* - 1995. - № 91. - P. 1596–1601.
266. Maron B.J. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death /B.J. Maron, A. Pelliccia // *Circulation.* – 2006. – V. 14, № 15. – P. 1633–1644.
267. McCann G.P. Athletic left ventricular hypertrophy: long-term studies are required / G.P. McCann, D.F. Muir, W.S. Hillis // *Eur. Heart. J.* - 2000. - № 21. - P. 351.

268. Mitchell J.H. Task Force 8: classification of sports / Mitchell J.H., Haskell W., Snell P. et al. // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 45, No. 8. – P. 1364–1367.
269. Murphy N. ICCH13 - The Gateway to Human Health in the International Polar Year - summary of congress held in Novosibirsk, Russia // N. Murphy // International Journal of Circumolar Health. - 2006. - Vol. 65, № 4. - P. 292-294.
270. Oakley D. The athlete's heart / D. Oakley // Heart. - 2001. - Vol. 86. - P. 722-726.
271. Parsons J.P. Exercise-induced bronchoconstriction in athletes / Parsons J.P., Mastrorarde J.G. // Chest. - 2005. - P. 3966-3974.
272. Pelliccia A. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes / Pelliccia A., Maron B.J., Spataro A., Proschan M.A., Spirito P. // N. Engl. J. Med. - 1991 - P. 295–301.
273. Pelliccia A. Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes / Pelliccia A., Maron B.J., DiPaolo F.M., Biffi A., Quattrini F.M., Pisicchio C., Roselli A., Caselli S., Culasso F. // Journal of the American College of Cardiology - 2005. № 46. - P. 690–696.
274. Perini R. Seasonal training and heart rate and blood pressure variabilities in young swimmers / R. Perini // Eur. J. Physiol. – 2006. – Vol. 97. – P. 395–403.
275. Reinberg A. Human chronobiology and adaptation / Reinberg A. // Biological adaptation. - 1982. - P.64.
276. Romanchuk A.P. Estimation of cardiovascular system reactance of sportsmen at use of tests with controlled respiration / A.P. Romanchuk // Journal of Health Sciences. - 2013. - T. 3, № 4. - C. 335-348.
277. Rowland T. Dynamics of left ventricular diastolic filling during exercise. A doppler-echocardiographic study of boys 10 to 14 years old / T.Rowland, E. Mannie, L. Gawle // Chest. - 2001. - Vol. 120. - P 145-150.

278. Scharhag J. Athlete's heart: right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging / J. Scharhag, G. Schneider, A. Urhausen, V. Rochette, B. Kramann, W. Kindermann // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2002. - №40. - P. 1856–1863.
279. Sharma S. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy / S. Sharma, B.J. Maron, G. Whyte, S. Firoozi, P.M. Elliott, W.J. McKenna // *J. Am. Coll. Cardiol.* - 2002. - № 40. - P. 1431–1436.
280. Shea M. A. Preliminary study of cosmic rays, geomagnetic field changes and possible climate changes / M. A. Shea, D. F. Smart // *Adv. Space Res.* - 2004. - Vol. 34. - P. 420-425.
281. Siegel A.J. Pheidippides redux: reducing risk for acute cardiac events during marathon running / Siegel A.J. // *American Journal of Medicine.* - 2012. - № 125. - P. 630-635.
282. Spencer M. Variability and predictability of performance times of elite cross-country skiers / M. Spencer, T. Losnegard, J. Hallén, W.G. Hopkins // *Int J Sports Physiol Perform.* - 2014. - №9(1). - P.5-11.
283. Stenfors N. Self-reported symptoms and bronchial hyperresponsiveness in elite cross-country skiers / Nikolai Stenfors *Respiratory Medicine.* - 2010. - № 104(11). - P 1760-1763.
284. Sue-Chu M. Winter sports athletes: long-term effects of cold air exposure / M. Sue-Chu // *Br. J. Sports. Med.* - 2012. - № 46. - 397-401.
285. Vergès S. A 10-year follow-up study of pulmonary function in symptomatic elite cross-country skiers–athletes and bronchial dysfunctions / S. Vergès, P. Flore, M.P. Blanchi, B. Wuyam // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* - 2004. - № 14. - P. 381-387.

286. White G. Alterations in cardiac morphology and function in elite multidisciplinary athletes / G. White, S. Sharma // Int. J. Sports Med. - 1999. - Vol. 20. - № 4. - P. 222.