

Институт физиологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук,
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Коми научный центр
Уральского отделения Российской академии наук»

На правах рукописи



ВАРЛАМОВА НИНА ГЕННАДЬЕВНА

**ГОДОВЫЕ ЦИКЛЫ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ ФУНКЦИИ
У ЧЕЛОВЕКА НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ**

03.03.01 – физиология

Диссертация на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Научный консультант:
доктор медицинских наук,
профессор Е.Р. Бойко

Сыктывкар 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	21
1.1 Регион проживания и физиологические особенности организма.....	21
1.2 Функция внешнего дыхания у человека в холодном климате.....	22
1.2.1 Функция внешнего дыхания в разные сезоны	23
1.2.2 Система дыхания у жителей разных широт как модель температурного фактора.....	29
1.2.3 Функция внешнего дыхания при различной влажности окружающей среды	33
1.2.4 Функция внешнего дыхания у человека в тепле и на холоде.....	38
1.2.5 Взаимосвязь системы дыхания и других систем организма.....	42
1.2.6 Показатели функции внешнего дыхания у спортсменов.....	47
1.3. Артериальное давление как маркер состояния сердечно–сосудистой системы у северян.....	48
1.3.1 Специфика артериального давления у жителей холодного климата...	48
1.3.2 Сезонные колебания артериального давления у северян.....	51
1.3.3 Сходство механизмов адаптации человека к Северу, патогенеза артериальной гипертензии и возрастных изменений	57
1.3.4 Легочное сердце как модель адаптации к Северу.....	59
1.3.5 Влияние холодного климата на функцию сердечно-сосудистой системы.....	62
1.4 Сезонные климатические факторы и показатели электрокардиограммы у человека, риски сердечно-сосудистых заболеваний.....	65
1.5 Спорт в условиях Севера	73
1.5.1 Частота сердечных сокращений порог анаэробного обмена и тренировочные зоны у спортсменов.....	74
1.5.2 Предикторы завершения нагрузки «до отказа».....	80

ГЛАВА 2 МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	82
2.1 Контингент, принявший участие в исследованиях.....	82
2.2 Методы исследования.....	84
2.3 Статистическая обработка результатов.....	91
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	92
3.1 Объемные характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле.....	92
3.2 Динамические характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле.....	96
3.3 Функция внешнего дыхания у лыжников-гонщиков в годовом цикле.....	101
3.4 Функция внешнего дыхания у мужчин и женщин в тепле и на холоде.....	104
3.5 Артериальное давление у мужчин в годовом цикле.....	107
3.6 Артериальное давление у женщин в годовом цикле.....	110
3.7 Электрокардиограмма у женщин в годовом цикле.....	116
3.7.1 Длительность интервалов, сегментов и комплексов ЭКГ электрическая ось сердца.....	116
3.7.2 Амплитудные характеристики ЭКГ.....	117
3.8 Сезонная динамика показателей «легочного сердца» у женщин.....	122
3.9 Тестирование «до отказа» у лыжников - гонщиков в годовом цикле..	123
3.9.1 Динамика порога анаэробного обмена в годовом тренировочном цикле.....	123
3.9.2 Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников – гонщиков.....	126

ГЛАВА 4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	129
4.1 Объемные характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле.....	129
4.2 Динамические характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле.....	137
4.3 Функция внешнего дыхания у лыжников-гонщиков в годовом цикле.....	145
4.4 Функция внешнего дыхания у мужчин и женщин в тепле и на холоде.....	159
4.5 Артериальное давление у мужчин в годовом цикле.....	168
4.6 Артериальное давление у женщин в годовом цикле.....	174
4.7 Электрокардиограмма у женщин в годовом цикле.....	180
4.7.1 Амплитудно – временные характеристики ЭКГ в годовом цикле	181
4.7.2 Возможные причины изменения ЭКГ в годовом цикле.....	186
4.7.3 «Легочное сердце» в ЭКГ женщин в разные сезоны.....	193
4.8 Тестирование «до отказа» у лыжников - гонщиков в годовом цикле..	194
4.8.1 Динамика порога анаэробного обмена в годовом тренировочном цикле.....	194
4.8.2 Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников – гонщиков.....	198
ВЫВОДЫ.....	209
Практические рекомендации.....	214
Список сокращений и условных обозначений.....	215
Список литературы.....	218
Приложение: Таблицы амплитудно-временных характеристик ЭКГ в годовом цикле	267

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Несмотря на многочисленность исследований в области экологической физиологии человека на сегодняшний день остается ряд противоречивых и не изученных моментов, которые не позволяют сформировать цельную картину адаптивно-реадаптивных перестроек функций человека к погодно-климатическим факторам Европейского Севера. Отсутствие полных знаний в этой области сказывается на недостаточно четкой трактовке механизмов и причинно-следственных связей при выявлении кардиореспираторной патологии у жителей Севера. Это приводит к ошибкам при отборе контингентов для работы в вахтовых и экстремальных условиях, применению не гибких, без учета годовой динамики, функций организма человека, методов диагностики и лечения при длительно протекающих заболеваниях, патогенез которых переплетен с адаптивными реакциями к условиям внешней среды.

В поддержании гомеостаза на адекватном для метаболизма уровне участвуют все системы организма, но определяющими являются внешнее дыхание и кровообращение. Особый интерес представляет изучение годовой и сезонной динамики функций именно этих систем, что, прежде всего, связано с их важной ролью в жизнедеятельности организма и широкой распространенностью респираторной и сердечно-сосудистой патологии.

С одной стороны, система дыхания служит неотъемлемой частью комплекса висцеральных систем, обслуживающих обмен веществ в организме, и играет важнейшую роль в поддержании постоянства внутренней среды. С другой стороны, система дыхания – наиболее «открытая»: она непрерывно и тесно взаимодействует с окружающей средой (Бреслав, Ноздрачев, 2005). У жителей Севера функционирование дыхательной системы организма проходит в достаточно напряженном режиме, это во многом определяет степень приспособления человека к условиям внешней среды, состояние здоровья, возрастную динамику показателей и успешность

производственной деятельности (Милованов, 1981; Авцын и др., 1985; Hassi, 1988; Gulyaeva et al., 2001; Леханова, 2001; Бартош, Соколов, 2004; Евдокимов и др., 2007; Попова и др., 2008; Ким, 2010; Varlamova et al., 2010; Гудков, Попова, 2012; Solonin et al., 2012; Halinen et al., 2013; Шишкин, Устюжанинова, 2014; Нагибович и др., 2016; Гудков¹ и др., 2017; Аверьянова, Вдовенко, 2018; Гудков и др., 2019 и др.).

Подавляющее большинство исследований функции внешнего дыхания (ФВД) выполнено в тепле, что позволяет оценить лишь следовые реакции в ответ на воздействие холодного воздуха. Динамика вентиляции легких при дыхании воздухом отрицательной температуры до настоящего времени практически не изучена, особенно у женщин, имеются лишь единичные работы в этом направлении (Гудков А.Б., Попова О.Н., 2012).

В практическом отношении актуальными и важными являются и исследования, отражающие показатели органов дыхания человека в связи с понижением температуры воздуха, особенно при занятиях спортом на открытом воздухе (Гудков и др., 2016; Семизоров и др., 2020). Функционирование дыхательной системы у северян – спортсменов модулируются не только тренировочным процессом, но и климатом – географическими факторами. У спортсменов, тренирующих аэробные возможности в условиях холодного климата, по сравнению с нетренированными людьми, увеличена альвеолярная вентиляция и жизненная емкость легких (Попов и др., 2014), они имеют высокую распространенность респираторных симптомов и гиперреактивность дыхательных путей, в биоптатах бронхов у лыжников присутствуют признаки нейтрофильного и лимфоцитарного воспаления с ремоделированием дыхательных путей (Sue-Chu, 2012). Исследования ФВД у лыжников – гонщиков в годовом цикле отсутствуют, имеются работы (Эберт и др., 2005; Попов и др., 2014; Шишкин, Устюжанинова, 2014; Гудков и др., 2016 и др.), затрагивающие сезоны или часть месяцев года.

Таким образом, данные литературы (Куликов, Ким, 1987; Gulyaeva et al., 2001; Бартош, Соколов, 2004; Эберт и др., 2005; Евдокимов и др., 2007; Попов и др., 2014; Шишкин, Устюжанинова, 2014; Гудков и др., 2016 и др.) по изучению ФВД у человека в условиях Севера охватывают отдельные периоды года, иногда отличаются противоречивостью и в годовом цикле отсутствуют. Функция дыхательной системы тесно связана и переплетена с работой сердечно-сосудистой системы. Адаптивные реакции, запущенные в системе дыхания имеют продолжение и развитие в сердечно-сосудистой, сказываются на величине артериального давления (АД) и электрокардиограмме (ЭКГ).

От сезонных изменений окружающей среды зависит и АД (Евдокимов и др., 2007; Зенченко и др., 2009; Sinha et al., 2010; Зенченко и др., 2011; Halberg et al. 2012; Чазов, Бойцов, 2012; Melnikov et al. 2013; Modesti et al. 2013; Hattori, Munakata, 2015; Varlamova et al., 2015; Солонин и др., 2015; Yang et al., 2017). При многократном повторении и закреплении адаптивных реакций по регулированию АД у лиц, проживающих в холодном климате, наблюдается более раннее возрастное увеличение АД и развитие гипертензии (Евдокимов и др., 2007).

Ряд многоцентровых контролируемых исследований к концу XX – началу XXI века позволил оценить вклад артериальной гипертензии (АГ) в сердечно – сосудистый континуум: наличие АГ повышает в 2-4 раза риск развития хронической сердечной и почечной недостаточности, острого нарушения мозгового кровообращения (Джанашия и др., 2007). Ранняя диагностика и рациональная терапия сердечно-сосудистых заболеваний позволяет снизить заболеваемость и смертность у трудоспособного населения и может дать существенный экономический эффект, однако, успешная антигипертензивная терапия невозможна без изучения нормальных значений АД у населения РФ в различных климато-географических зонах. Годовые циклы АД изучены в ряде работ (Nicolau et al., 1986; Portela et al., 1996; Sothorn et al., 2005; Halberg et al., 2012), но в доступной отечественной

литературе нами не встречены исследования, где была бы отражена годовая динамика АД у нормотензивных женщин 20-59 лет.

Многочисленные исследования (Boulay et al., 1999; Kleimenova et al., 2007; Gluszek et al., 2008; Takigawa et al., 2008; Rohit, 2015; Yang et al., 2017) продемонстрировали связь между сезонными изменениями погод и различными сердечно - сосудистыми расстройствами. Обнаружено, что многие заболевания имеют сезонные колебания с максимальной частотой проявления патологии зимой и минимальной - летом (Boulay et al., 1999; Kleimenova et al., 2007; Григорян и др., 2012; Rohit, 2015; Yang et al., 2017). Был проведен систематический обзор (Rohit, 2015) PubMed, EBSCO и OVID для работ, описывающих связь между сезонными изменениями и возникновением фибрилляции предсердий. Выявлено, что частота пароксизмальной фибрилляции предсердий (Rohit, 2015) варьирует в зависимости от времени года и является наибольшей в течение зимы и наименьшей летом, однако (Gluszek et al., 2009), механизмы и факторы, лежащие в основе этого явления, остаются не вполне неясными. По данным литературы (Kose et al., 2003; Rohit et al., 2015; Sasonko et al., 2019) продемонстрирована связь некоторых характеристик электрокардиограммы (ЭКГ) в зависимости от сезонов года у спортсменов, здоровых мужчин и людей с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями. Сведения о годовом цикле амплитудно-временных характеристик ЭКГ в 12 общепринятых отведениях у здоровых людей в доступной отечественной и иностранной литературе не встречены и до сих пор отсутствуют четкие критерии разделения ЭКГ на «норму» и «патологию».

При адаптации организма человека к тяжелому физическому труду в условиях Севера, широкому развитию традиционных зимних видов спорта, особый интерес представляет исследование функционирования кардиореспираторной системы и физической работоспособности при максимальной частоте сердечных сокращений (ЧСС).

В современном спорте управление тренировочным процессом требует использования объективной срочной информации о физической работоспособности и подготовленности спортсмена (Карпман и др., 2012). Непрерывный мониторинг кардиореспираторных показателей во время тестовых нагрузок на велоэргометре «до отказа» позволяет определить реальные пульсовые зоны ЧСС, оценить уровень физической работоспособности, адекватность тренировочного процесса и предложить восстановительные мероприятия, направленные на улучшение спортивной формы испытуемого. В доступной отечественной и зарубежной литературе отсутствует годовая динамика ЧСС на пороге анаэробного обмена (ПАНО) у лыжников-гонщиков. В литературе не встречен и анализ кардиореспираторной функции в начале и конце последней минуты выполнения теста с нагрузкой «до отказа», поэтому большое практическое значение имеет выявление ранних кардиореспираторных предикторов завершения теста у высококвалифицированных лыжников-гонщиков, так как иногда при нагрузочном тестировании возможны синкопальные и другие, связанные с нарушением здоровья состояния.

В большинстве случаев функцию дыхательной и сердечно – сосудистой систем исследовали автономно, а выявленные результаты обобщались и рассматривались как реакции целостного организма на влияние действующего фактора (Донина, 2011). Современные данные о функциональном взаимодействии между дыханием и кровообращением в различных условиях жизнедеятельности, при патологических состояниях и в экстремальных условиях, являются убедительным подтверждением того, что регуляция приспособительных изменений организма осуществляется благодаря постоянному взаимодействию физиологических систем. Коррелятивные связи, имеющиеся между системой дыхания и кровообращения, определяют возможность их взаимной компенсации: любое нарушение одной из функций вызывает компенсаторное усиление реакций другой системы. Конечным этапом приспособительных реакций является

сохранение кислородного гомеостаза на уровне, достаточном для обеспечения физиологических функций в изменившихся условиях существования (Донина, 2011).

Перспективы использования достижений физиологии при изучении различных проблем адаптации неразрывно связаны с эффективностью разработки ею теоретических основ и принципов управления адаптационным процессом. Это требует продолжения исследований в области экологической физиологии, диагностики состояний адаптации, разработке путей прогнозирования резистентности организма и коррекции недостаточности адаптационных механизмов. Рациональное решение этих задач в значительной степени будет способствовать выработке единых критериев оценки эффективности адаптационного процесса, сохранению здоровья и профилактике заболеваний человека в различных условиях деятельности (Новиков, 1996). И хотя проблемой оценки и прогнозирования устойчивости человека к действию холода активно занимаются с 80-х годов прошлого столетия (Самойлов и др., 2018), исследования механизмов адаптации человека к экстремальным условиям Арктики и арктических пустынь до сих пор относятся к единичным (Нагибович и др., 2016). Важность работ, связанных с проблемой адаптации человека к экстремальным влияниям внешней среды, в настоящее время обусловлена и необходимостью постоянной дислокации военнослужащих в районах Крайнего Севера (Самойлов и др., 2018).

Степень разработанности темы исследования. Анализ отечественной и зарубежной литературы выявил отсутствие сведений о годовых циклах у жителей Севера ФВД, ЭКГ, ЧСС на уровне порога анаэробного обмена. Работы по изучению ФВД на холоде единичны, как и сведения о ранних кардиореспираторных предикторах завершения теста с физической нагрузкой до «отказа». Годовые циклы АД проанализированы в зарубежной литературе и их нет в отечественной, что в целом свидетельствует об актуальности исследования кардиореспираторной

функции у жителей Севера. Результаты исследования позволят лучше понимать механизмы адаптации к условиям среды, способствовать профилактике кардиопульмональной патологии, коррекции тренировочного процесса, разработке основ для персонализированной и превентивной северной физиологии и медицины. Оценка экстремальности северных территорий наряду с природно-климатическими и социально-экономическими факторами должна включать и биомедицинские (Максимов, 2015) параметры. Проблемы, рассматриваемые под углом зрения экологической медицины, в настоящее время приобретают особую актуальность. Выявление факторов риска, их участие в возникновении заболеваний и ухудшении здоровья является одной из задач экологической физиологии (Агаджанян, Макарова, 2014).

В последние годы принят целый ряд правительственных документов, связанных с развитием приполярных регионов и Арктической зоны страны, так Указом Президента РФ № 645 от 26.10.2020 г определена Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г, где в разделе V отмечается, что в результате реализации Стратегии одна из задач должна быть направлена на «...разработку технологий сбережения здоровья и увеличение продолжительности жизни населения Арктической зоны...». В этой связи исследования, направленные на изучение адаптации и функциональных возможностей человека на Севере, экологической физиологии и медицины в настоящее время приобретают особую актуальность. С учетом всего изложенного были поставлены цель и задачи исследования.

Цель исследования – Изучение функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем в годовом цикле жителей Европейского Севера и лиц, занимающихся спортом высоких достижений.

Задачи исследования:

1). Изучение функции внешнего дыхания в годовом цикле при различных температурных режимах у мужчин, не занимающихся и занимающихся спортом.

2). Определение функции внешнего дыхания у мужчин и женщин в тепле и на холоде.

3). Исследование динамики артериального давления у мужчин и женщин в годовом цикле.

4). Анализ показателей электрокардиограммы у женщин в годовом цикле.

5). Изучение годового цикла частоты сердечных сокращений на пороге анаэробного обмена у лиц активно занимающихся лыжным спортом.

6). Определение и анализ информативности кардиореспираторных предикторов завершения теста с физической нагрузкой до «отказа» во время велоэргометрического тестирования.

Научная новизна исследования. Разработана и обоснована гипотеза значимости для экологической и спортивной физиологии и медицины, хронобиологии динамических процессов перестроек в годовом цикле жизнедеятельности человека и кардиореспираторных показателей на пороге анаэробного обмена. Полученные результаты обогащают научную концепцию о влиянии климато-географических условий на функционирование организма, что может быть использовано для уточнения границ норма-патология, применимости полученных результатов в интересах превентивной и персонализированной диагностики. Предложено новое направление в физиологии (Varlamova, Evdokimov, 1999; Евдокимов и др., 2007) «Экологическая электрокардиология».

Общая стратегия функционального ответа кардиореспираторной системы у человека на Севере заключается в ее динамической адаптационно–реадаптационной сезонной перестройке к погодным условиям, накоплении в холодный период года негативных следовых модификаций функций и физиологических показателей, выходящих за пределы нормы реакции и приводящих к более ранним возрастным изменениям.

У лыжников-гонщиков впервые исследован годовой цикл функции внешнего дыхания, частоты сердечных сокращений на пороге анаэробного

обмена и определены диапазоны годового дрейфа этих показателей, кардиореспираторные предикторы завершения теста с физической нагрузкой до «отказа». Показано значимое расхождение расчетных и фактически определяемых величин частоты пульса у спортсменов для разного времени года. Адаптация респираторной системы у спортсменов к холодному периоду года, по сравнению с мужчинами, не занимающимися спортом, начинается раньше на два месяца, а период более комфортного состояния функции длится дольше на один месяц.

Для анализа годовых циклов показателей функции внешнего дыхания и артериального давления у жителей Европейского Севера, показателей тестирования спортсменов «до отказа» использованы базы данных, на которые получены свидетельства Роспатента.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что получены новые сведения, дополняющие современные представления о динамических адаптивных перестройках кардиореспираторной системы, нормальных диапазонах ее функционирования у практически здоровых жителей Европейского Севера в годовом цикле. Это вносит вклад в экологическую, медицинскую и спортивную физиологию, хронобиологию, расширяет границы диапазона «норма» и может быть использовано для установления «платы за адаптацию» и физиологически обоснованных «границ Севера».

Доказана перспективность использования закономерностей, выявленных в годовых циклах кардиореспираторной функции в медицинской и спортивной практике для целей превентивной диагностики и коррекции, как функционального состояния организма человека, так и тренировочных программ для спортсменов.

Раскрыты особенности и противоречия сезонных дрейфов показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем у человека на Севере, выявлены причинно-следственные связи с температурным фактором и комплексом других погодных явлений.

Определены перспективы практического применения теории, подкрепленные патентом и пятью авторскими свидетельствами.

Настоящее исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ для поддержки ведущих школ № 759.2003.4: Научная школа академика Рощевского М.П.; темы: «Метаболическое обеспечение годового цикла адаптивных реакций сердечно – сосудистой и дыхательной систем человека на условия Севера». № ГР 0120.0 403472 (2004-2006 г.г.); гранта Президента РФ для поддержки ведущих школ № НШ – 5118.2006.4: Научная школа академика Рощевского М.П.; тем: «Физиолого-биохимические особенности формирования тканевой гипоксии у человека на Европейском Севере». № ГР 01.2.007 01808 (2007-2009 г.г.); «Физиолого-биохимические взаимосвязи в сезонных циклах у человека на Севере». № ГР 01201050888 (2010-2013 г.г.); Проекта 12-4-5-003-АРКТИКА «Изучение влияния вводимых в эксплуатацию в рамках проекта «Северный поток» новых газопроводов на участке «Бованенково-Ухта» на показатели здоровья работников и населения прилегающих территорий, и научное обоснование мер коррекции» (2013-2014 г.г.); тем: «Кардиореспираторное обеспечение метаболических процессов у человека на Севере при экстремальных и климатических воздействиях». № ГР 01201375064 (2014-2016 г.г.); «Метаболическое обеспечение физической работоспособности и способы ее повышения у человека в условиях Севера». ГР №АААА-А17-117012310157-7 (2017-2021 годы).

Методология и методы исследования. Методологическим подходом в решении поставленных задач явилось комплексное изучение дыхательной и сердечно - сосудистой функции человека в рамках лонгитудинального обследования (метод продольных срезов) и исследования случай–контроль. Работа выполнена с использованием лабораторных, инструментальных, аналитических и статистических методов.

Положения, выносимые на защиту:

1). В холодное время года у мужчин объемные и динамические показатели функции внешнего дыхания больше нормы, в теплое – меньше,

причем наиболее часто изменяются объемные характеристики. У лыжников–гонщиков, по-сравнению с мужчинами, не занимающимися спортом, выявлено более глубокое изменение функции внешнего дыхания, адаптация респираторной системы к холодному периоду года происходит на два месяца раньше (в феврале, по сравнению с апрелем), а период более комфортного состояния дыхательной системы длиннее на один месяц (до октября, по сравнению с сентябрем).

2). У мужчин и женщин при нахождении в условиях пониженных температур включаются изоляционные и рестриктивные реакции дыхательных путей, позволяющие сохранить наиболее оптимальные условия кондиционирования воздуха. При дыхании на холоде наиболее часто меняются динамические характеристики функции внешнего дыхания, объемные показатели реагируют в меньшей степени, и вероятно, для их модулирования требуется больше времени воздействия низких температур.

3). Годовая вариабельность артериального давления у мужчин и женщин свидетельствует о максимальных значениях показателей в холодное время года и минимальных – в теплое и смене приоритетов его контроля в разные периоды года. Индивидуальный анализ чувствительности к вариациям внешних факторов показал, что артериальное давление у большинства женщин реагирует на атмосферную температуру.

4). Выявлено модулирующее влияние погодно-климатических условий в годовом цикле на показатели ЭКГ практически здоровых женщин. Определены периоды адаптивных изменений амплитудных величин ЭКГ и отведения, в которых наблюдаются наибольшие отклонения показателей, связанных с изменениями погодных условий в годовом цикле. Преимущественно в зимнее время выявлены признаки гиперфункции предсердий и желудочков, легочного сердца, не достигающие клинически значимых величин. Модулируемые погодой характеристики ЭКГ могут служить фоном для возникновения сердечно-сосудистых пароксизмов, особенно, зимой.

5). На уровне порога анаэробного обмена наиболее благоприятные значения кардиореспираторных характеристик у лыжников-гонщиков выявлены в подготовительный период, а наименее – в соревновательный, что зависит не только от схемы спортивной подготовки, но и годового дрейфа показателей и требует корректировки тренировочного процесса и усиления восстановительных мероприятий.

6). Предиктором прекращения нагрузки у спортсменов, достигших максимального потребления кислорода в велоэргометрическом тесте «до отказа» может служить снижение величины этого показателя, а у лиц, завершивших нагрузку на уровне пиковых величин потребления кислорода - отсутствие прироста кислородного пульса, значимое уменьшение коэффициента использования кислорода и сатурации крови кислородом, рост систолического артериального давления выше 200 мм.рт.ст.

7). Определены, фоновые адаптивные реакции сердечно – сосудистой и дыхательной систем у человека, проживающего в условиях Европейского Севера. Более длительный холодный период года, по сравнению с теплым, способствует не полной реадaptации кардиореспираторной функции, что приводит к накоплению следовых реакций, сокращению диапазона норма – патология, формированию предпосылок к бронхо-легочной и сердечно-сосудистой заболеваемости.

Внедрение. Результаты диссертационной работы подтверждены шестью официальными документами Роспатента и внедрены в лечебные, спортивные и образовательные организации Республики Коми. К ним относятся: Способ электрокардиографической диагностики легочного сердца (Патент на изобретение № 2206263 от 30.06.2003 г.); Диагностическая программа «Легочное сердце (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012614569 от 22.05.2012 г.); Годовой цикл показателей функции внешнего дыхания у человека (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013620749 от 16.06.2013 г.); Годовой цикл артериального давления и частоты сердечных сокращений у

женщин 20-59 лет Европейского Севера (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2016621084 от 05.08.2016 г.); Форма выдачи результатов обследования спортсменов на системе OхуconPro при тестировании «до отказа» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015661690 от 03.11.2015 г.); Максимальный кардиореспираторный тест у спортсменов в годовом цикле тренировочного процесса (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020621681 от 15.09.2020г.).

Решением Международного жюри XV Юбилейного международного Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед-2012» Варламова Н.Г. в соавторстве с Евдокимовым В.Г. награждены бронзовой медалью за разработку «Диагностика «легочного сердца» у человека».

Диагностическая программа «Легочное сердце» с 1998 по 2012 годы (более 10 лет) использовалась в Отделении функциональной диагностики ГБУЗ РК «Коми республиканская больница» (Справки о внедрении результатов НИР Варламовой Н.Г. от 28.02.2011г., 04.07.2012). Результаты НИР Варламовой Н.Г. внедрены в дополнительную образовательную программу элективного курса «Методы исследования в биологии и экологии» для 9-10 классов в виде теоретической лекции и практического занятия (Справка о внедрении от 27.12.2011 г.); в курс лекций по дисциплине «Психология труда» у студентов факультета психологии и социальной работы Сыктывкарского государственного университета (Акт о внедрении от 11.01.2010 г. и Справка об использовании результатов НИР от 12.02.2011 г.). Результаты НИР Варламовой Н.Г. (в соавторстве с Бойко Е.Р., Логиновой Т.П., Гарновым И.О.) доложены на Республиканском тренерском совете по лыжным гонкам и используются в тренировочном процессе (Акт внедрения от 08.06.2017).

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность результатов исследования подтверждена объемом собранного фактического материала, совпадением значений показателей с имеющимися данными

литературы, использованием современных методов сбора информации и статистической обработки данных. Результаты работы представлены: на II Симпозиуме по сравнительной электрокардиологии с международным участием (1 июня 2004 г.), Сыктывкар; на I Съезде физиологов СНГ (19-23 сентября 2005 г.), Сочи, Дагомыс; на XX съезде Физиологического общества имени И.П. Павлова (4-8 июня 2007 г.), Москва; на IV Симпозиуме с международным участием (в рамках международного полярного года) «Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям Севера» (7-8 октября 2008 г.), Сыктывкар; на XXI съезде Физиологического общества имени И.П. Павлова. (19-25 сентября 2010 г.), Калуга; на 3-ей Харбинской международной выставке: Инновационные разработки в медицине. «Диагностика легочного сердца» (14-19 июня 2010 г.), Китай, Харбин; на Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции «Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура. Сочи – 2012» в рамках конгресса «Медицина спорта. Сочи – 2012» (20-23 июня 2012 г.), Сочи; на IX Северном социально-экологическом конгрессе «Российский Север: перспективы, долгосрочные прогнозы, управление рисками» (26–28 сентября 2013 г.), Архангельск; на XIV Конференции по космической биологии и авиакосмической медицине (28-30 октября 2013 г.), Москва; на IX Северном социально-экологическом конгрессе: «Российский Север: перспективы, долгосрочные прогнозы, управление рисками» (26-28 сентября 2013 г.), Архангельск; на Международной научной конференции, посвященной 105-ой годовщине со дня образования Военного института физической культуры (24-26 сентября 2014г.), Санкт-Петербург; на International Congress “Nations`health: systems of lifelong physical education as a foundation of public health”. 19-th Biennial Conference of ISCPES (May, 27-29, 2014), Moscow; на Всероссийской научной конференции «Управленческие аспекты развития северных территорий России» (20-21 октября 2015 г.), Сыктывкар; на III Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам и биатлону (21-24

апреля 2015 г.), Смоленск; на Всероссийской заочной научно-практической конференции: «Медико-физиологические основы адаптации и спортивной деятельности на Севере» (7-8 октября 2015 г.), Сыктывкар; на IV Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам (25-28 апреля 2017 г.), Смоленск; на XXIII съезде Физиологического общества им. И.П. Павлова (18-22 сентября 2017 г.), Воронеж; на II Всероссийской научно-практической конференции: «Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере» (24 ноября 2017 г.), Сыктывкар; на VII Всероссийской конференции с международным участием «Медико-физиологические проблемы экологии человека» (19-22 сентября 2018 г.), Ульяновск; на III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Медико – физиологические основы спортивной деятельности на Севере» (24-25 октября 2019 г., Сыктывкар.

Апробация диссертации состоялась 24.12.2020 г. (протокол № 8) на заседании Ученого совета ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Личное участие автора в получении результатов. Автором определена проблема, поставлены цель и задачи исследования. Освоены методы, проведен сбор материала, составлены базы данных, выполнена статистическая обработка результатов. Принято участие в написании патента и авторских свидетельств. Написаны тексты научных публикаций, диссертации и автореферата.

По материалам диссертации опубликованы 56 научных работ, из них четыре монографии (в трех отдельные главы), 15 статей включены в перечень ВАК и/или в наукометрические базы WOS, Scopus, PubMed, один патент и пять авторских свидетельств.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует специальности 03.03.01 – физиология, биологические науки. Области исследования: пункт 3 – «Исследование закономерностей функционирования основных систем организма...», 8 –

«Изучение физиологических механизмов адаптации человека к различным географическим, экологическим...условиям», 9 – «Анализ характеристик и изучение механизмов биоритмов физиологических процессов».

Легитимность исследования. Дизайн обследования одобрен независимым локальным комитетом по биоэтике Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (протоколы: №3 от 29.09.2008г., №13 от 23.11.2009 г., №29 от 01.11.2013 г.).

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 280 странице машинописного текста и состоит из введения, четырех глав (обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты исследований, обсуждение результатов), заключения, выводов, списка литературы и приложения. Библиография включает 278 отечественных и 126 зарубежных источников. Работа содержит 35 таблиц, три схемы и иллюстрирована 23 рисунками.

Благодарности. Автор благодарит научного консультанта д.м.н. профессора Евгения Рафаиловича Бойко за руководство и творческое сотрудничество, безвременно ушедшего д.б.н. Виктора Георгиевича Евдокимова, который привил интерес к экологической и спортивной физиологии и был моим научным руководителем в течение многих лет. Благодарю своих коллег – сотрудников Отдела экологической и медицинской физиологии ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН: д.м.н., член-корр. РАН Максимова А.Л., д.м.н. Солонина Ю.Г., д.б.н. Прошеву В.И., к.б.н. Логинову Т.П., к.б.н. Гарнова И.О., к.б.н. Шадрину В.Д., к.б.н. Потолицыну Н.Н., Есеву Т.В., Шуктомову З.И., Яткову В.В., сотрудников Института д.б.н. Шмакова Д.Н., Соколову М.В. и др. за квалифицированные консультации, всестороннюю помощь при выполнении работы, интересные дискуссии и дружеское участие.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Регион проживания и физиологические особенности организма

Россия является самой холодной страной в мире и есть веские основания рассматривать холод как национальную проблему (Чашин и др., 2014): около 70% её территории представлено зоной вечной мерзлоты и более 7 миллионов человек проживают в чрезвычайно холодных регионах, классифицируемых как «Крайний Север и приравненные к нему районы». Несмотря на то, что влияние климатических факторов на человека в экономически развитых странах в основном нивелировано, тем не менее, сохраняется характерная сезонная динамика деятельности многих органов и систем человека, биохимических показателей, поведения и настроения, заболеваемости и смертности (Андреева, Горбунов, 2019). Широтный фактор определяется углом падения солнечных лучей и включает целый ряд составляющих параметров среды: световой климат (инфракрасная, видимая и ультрафиолетовая радиация), температура почвы и окружающих предметов, температура и влажность воздуха, ветер, барометрическое давление, осадки, растительный покров и пр. Изучение влияния широтного фактора на организм человека, как одного из актуальных направлений экологической физиологии человека, предложено называть “широтная физиология” (Солонин, 1996). В ряде работ (Солонин, 1996; Солонин и др., 2012) показано, что продвижение к полюсу места проживания всего на 5 градусов значимо и негативно влияет на физиологический статус как взрослых жителей (Солонин, 1994), так и детей школьного возраста, организм которых особо чувствителен к различным, в том числе и погодно-климатическим, воздействиям (Солонин и др., 2012). В условиях Севера сезонные трансформации метаболизма у человека обуславливают комплексную

перестройку физиологических систем, существенно меняется потребление кислорода (Бойко¹ и др., 2007).

Практически во всех главах обзора литературы, где приведены особенности действия сезонов на показатели дыхательной и сердечно – сосудистой систем они описаны на фоне действия экологических факторов региона и вариантов их влияния на функции организма. Действие экологических факторов Севера приводит к ремоделированию кардиореспираторной функции, и к более ранней возрастной динамике показателей. У людей, проживающих в условиях холодного климата, наблюдаются адаптивные изменения функционального состояния организма, затрагивающие работу сердца и сосудов. В основе их развития у северян лежит напряжение механизмов регуляции, ведущее к снижению резервов кровообращения и формированию онтогенетических изменений в виде преждевременного физиологического старения (Совершаева, 1996).

Таким образом, погодно – климатические условия Севера служат неизбежным фоном для включения сезонных адаптивных реакций организма человека, имеющих волнообразный, преимущественно температурно - зависимый характер, и в силу того, что холодный период года длится дольше, чем теплый, реадаптация физиологических функций происходит не полностью, остаются следовые реакции, не всегда благоприятно отражающиеся на здоровье человека.

1.2 Функция внешнего дыхания у человека в холодном климате

Функциональная система дыхания, объединяющая внешнее дыхание, сердечно-сосудистую систему и кислородотранспортную функцию крови очень лабильная структура. Она быстро перестраивается в ответ на действие

внутренних и внешних факторов, обеспечивая адекватный потребностям организма кислородный баланс (Ким, 2014).

Адаптивные возможности системы дыхания во многом определяют успешность приспособления человека к экстремальным условиям внешней среды. С одной стороны, система дыхания служит неотъемлемой частью комплекса висцеральных систем, обслуживающих обмен веществ в организме, и играет важнейшую роль в поддержании постоянства внутренней среды. С другой стороны, система дыхания – наиболее «открытая»: она непрерывно и тесно взаимодействует с окружающей средой (Бреслав, Ноздрачев, 2005) и на Севере испытывает влияние целого комплекса неблагоприятных пульмонотропных факторов (Гудков и др., 2016).

На Крайнем Севере дыхательной системе отводится особая роль в обеспечении организма кислородом для поддержания соответствующего уровня окислительно-восстановительных процессов, кислотно-щелочного баланса и участия в физической терморегуляции. Анализ литературы, описывающей ФВД у северян, выявил неоднозначные результаты (Ким, 2015). Поэтому, в рамках северной биологии и медицины представляется актуальным изучение адаптивного поведения системы органов дыхания у жителей этих территорий, как с теоретической, так и практической точки зрения (Гудков и др., 2013).

1.2.1 Функция внешнего дыхания в разные сезоны

Исследования ФВД в разные сезоны года, в периоды полярного дня и полярной ночи не столь многочисленны, выполнены на представителях обоего пола, школьниках, студентах, военнослужащих, затрагивают жителей как Европейской, так и Азиатской частей территории России, проживающих на Севере от 62 до 80°с.ш.

Первым этапом перестроек ФВД (Евдокимов, 2009) в организме при адаптации к холоду является изоляционный путь. «Платой» за этот срочный экстренный способ предохранения организма от повреждающего влияния холодного воздуха является определенная функциональная недостаточность аэробного снабжения, вызываемая в первую очередь снижением легочной вентиляции. Не будучи физиологически совершенной для организма, она проявляется в уменьшении максимального потребления кислорода (МПК) у испытуемых. В дальнейшем увеличивается потенциал фосфорилирования и активируется формирование функциональной системы ответа организма на воздействие холода. Изменения ФВД затрагивают механику дыхания, обеспечивая лучший обогрев вдыхаемого воздуха (Милованов, 1981), создают более адекватные условия альвеолярного газообмена за счет возрастания активно используемых альвеол и расширения капиллярной сети альвеолярного кровоснабжения (Авцын и др., 1985), изменяются биохимические обменные процессы в организме, приводящие к усилению теплового эффекта мышечных сокращений и разобщению дыхания с фосфорилированием. Сформировавшись, данная функциональная система обеспечивает достаточно адекватную реакцию организма на воздействие холода (Евдокимов, 2009).

При динамическом обследовании 35 женщин и 35 мужчин трудоспособного возраста, не имеющих заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем, уроженцев Европейского Севера России (Копытова, Гудков, 2007) в возрасте 20.8 ± 0.4 и 20.2 ± 0.3 года, которые проходили спирографическое исследование в комфортных условиях четыре раза за год: весной (апрель), летом (июль), осенью (ноябрь) и зимой (январь), установлено, что в зимний период, в крупных и средних бронхах наблюдается уменьшение сопротивления вдыхаемому воздуху, что, по-видимому, необходимо для экономизации процесса дыхания и поддержания гомеостаза в холодных климатических условиях. Кроме того, в зимний период наблюдается увеличение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и

минутного объема дыхания (МОД) за счет увеличения дыхательного объема (ДО). Сезонная динамика показателей указывает на компенсаторно-приспособительные сдвиги, направленные на оптимизацию процессов дыхания при изменении природно-климатических условий в течение года (Копытова, Гудков, 2007).

Исследования по изучению внешнего дыхания у взрослых жителей Крайнего Севера немногочисленны, а сведения об особенностях системы внешнего дыхания в контрастные сезоны года носят единичный характер (Гудков и др., 2013), поэтому целью работы было исследование статических легочных объемов и емкости у мужчин и женщин, жителей Крайнего Севера, в периоды полярного дня и полярной ночи. Изучение ФВД проведено при помощи спирографа микропроцессорного портативного СМП-2/01-«РД» у практически здоровых лиц, родившихся и проживающих на Крайнем Севере в городе Мурманске (68°6' с. ш., 33°5' в. д.). Обследованы одни и те же лица в декабре – январе (период полярной ночи) и в мае – июне (период полярного дня). Всего обследовано 79 человек: 40 мужчин, средний возраст 20.2 (19.6–20.7) года, и 39 женщин, средний возраст 19.5 (19.1–19.8) лет. Спирометрию проводили в условиях, приближенных к основному обмену, то есть в первой половине дня, через 1.5–2.0 часа после принятия пищи, после 20-минутного отдыха, при температурном комфорте. Выявлено, что, у здоровых уроженцев Крайнего Севера в системе внешнего дыхания со стороны статических легочных объемов и емкостей происходят сезонные перестройки. В период полярной ночи по сравнению с полярным днем увеличиваются величины ЖЕЛ как мужчин, так и у женщин, ДО у женщин, изменяются структура ЖЕЛ и характер взаимосвязей между ее составляющими (Гудков и др., 2013).

У здоровых молодых мужчин, проживающих в Западной Сибири (Шишкин и др., 2014) изучены показатели внешнего дыхания, проанализированы их корреляционные связи и определена функциональная организация системы внешнего дыхания в летнее и зимнее время года. Исследование состояло из двух частей. В первой части показатели внешнего

дыхания были изучены у 30 мужчин в возрасте 21–33 лет, постоянно проживающих в г. Новосибирске. Все они регулярно проходили медицинскую комиссию и были здоровы. Средний рост обследованных составлял 174.4 ± 4.5 см, масса тела 70.5 ± 5.7 кг. Они постоянно тренировались, и их физическая активность весь год поддерживалась на одном уровне. Обследование проводили летом в июне при среднемесячной температуре воздуха, равной 20°C , и зимой в декабре при -18°C . Пребывание на холоде в зимнее время года составляло от 1.0 до 1.5 часов в сутки у каждого и не было связано с выполнением тяжелых физических нагрузок. Спирографию и определение легочных объемов проводили на оксиспирографе СГ1М в комплексе с газоанализатором из комплекта ПООЛ1, позволяющим вместе с записью оксиспирограммы определять гелиевым методом функциональную остаточную емкость легких. После 20 минут пребывания в условиях относительного покоя регистрировали потребление кислорода (ПК), МОД, частоту дыхания (ЧД), ДО, коэффициент использования кислорода (КИО₂), ЖЕЛ, емкость вдоха (Евд), резервный объем выдоха (РОВвд), остаточный объем легких, функциональную остаточную емкость легких. Все показатели, за исключением КИО₂, нормировали, т.е. выражали в % к должным значениям для мужчин соответствующего возраста, роста и массы тела. У части обследованных определяли парциальное давление кислорода и двуокиси углерода в выдыхаемом воздухе и альвеолярном газе, используя спирометаболическую установку фирмы “Beckman”. На основе этих показателей рассчитывали функциональное мертвое пространство, минутную вентиляцию мертвого пространства, минутную альвеолярную вентиляцию и выделение двуокиси углерода. С помощью пневмотахометра определяли среднее бронхиальное сопротивление. Во второй части работы из 30 обследованных были отобраны 16 человек, у которых значения всех исследованных показателей не выходили за пределы достоверной нормы ($M \pm SD$). У этих мужчин были проанализированы корреляции исследованных показателей и

функциональная организация системы внешнего дыхания. Для исключения зависимостей, связанных с влиянием массы тела или роста, рассматривали корреляции только нормированных показателей, за исключением КИО₂. Оценку тесноты связи проводили по коэффициенту корреляции (r). Значения r меньше ± 0.16 (по модулю) округляли до 0. Установлено, что имеются разные программы регулирования ФВД в зависимости от температуры вдыхаемого воздуха. Показано, что в летнее время года изменения кислородного запроса организма обеспечиваются изменением объема легочной вентиляции (“вентиляционная” или “летняя” программа). В зимнее время года, когда обеспечение уровня энергетических процессов в организме вступает в противоречие с поддержанием температурного гомеостаза в респираторных отделах легких, ограничивается легочная вентиляция и уменьшается количество функционирующих ацинусов. При этом компенсаторно увеличивается диффузионная способность легких (“диффузионная” или “зимняя” программа), т.е. зимой происходит оптимизация аппарата внешнего дыхания (Шишкин и др., 2014).

Исследования ФВД в разные сезоны выполнены и на военнослужащих, что представляет особый практический интерес. Так (Гудков¹ и др., 2017) изучение ФВД у военнослужащих Арктической зоны проведено в полевых условиях на острове Земля Александры архипелага Земля Франца Иосифа (80°04'с.ш., 47°05'в.д.), самой северной точке территории РФ, в условиях которой проживают и выполняют служебные задачи военнослужащие. Обследованы одни и те же лица в ноябре-декабре (период полярной ночи) и в июле-августе (период полярного дня). Всего обследовано 20 человек, в возрасте 28.9 ± 5.0 лет. Для оценки функции внешнего дыхания использовали спирограф микропроцессорный портативный СМП-2/01-«Р-Д» (Россия). Оценивали: ДО, резервный объем вдоха (РОВд), РОВыд, ЖЕЛ, ЧД, МОД, максимальную вентиляцию легких, резерв дыхания, минутную альвеолярную вентиляцию и эффективность вентиляции. Проводили определение газового состава выдыхаемого воздуха при помощи газоанализатора ПГА-200:

содержание кислорода и углекислого газа, рассчитывали потребление кислорода (ПК) и выделение углекислого газа (ВУГ). Применяли систему STPD (воздух без примеси водяных паров, температура 0°C, давление 760 мм рт.ст.). Для оценки экономичности внешнего дыхания определяли: вентиляционный эквивалент, кислородный эффект одного дыхательного цикла и кислородный эффект одного сердечного цикла, с целью определения эффективности вентиляции и газообмена в легких рассчитывали КИО₂. Установлено, что в период полярной ночи по сравнению с полярным днем у военнослужащих увеличиваются величины ЖЕЛ, изменяется характер взаимосвязей между ее составляющими, изменяются статические легочные объемы и эффективность легочного газообмена: значительно увеличиваются КИО₂ ($p=0.003$), кислородный эффект одного дыхательного ($p=0.002$) и одного сердечного циклов ($p=0.005$) (Гудков² и др., 2017). Наряду с целесообразными компенсаторно-приспособительными реакциями системы внешнего дыхания, направленными на уравнивание с внешней средой, имеются элементы скрытых функциональных нарушений. Так, на фоне напряженной деятельности системы внешнего дыхания газообменная эффективность вентиляции, экономичность одного дыхательного и одного сердечного циклов в период полярной ночи снижаются. Такие скрытые функциональные нарушения могут становиться факторами пульмонологического риска (Гудков и др., 2014).

Таким образом, сезонная динамика показателей дыхательной системы указывает на компенсаторно-приспособительные сдвиги, направленные на оптимизацию процессов дыхания при изменении природно-климатических условий в течение года. В летнее время года изменения кислородного запроса организма обеспечиваются изменением объема легочной вентиляции (“вентиляционная” или “летняя” программа). В зимнее время года, когда обеспечение уровня энергетических процессов в организме вступает в противоречие с поддержанием температурного гомеостаза в респираторных отделах легких, ограничивается легочная вентиляция и уменьшается

количество функционирующих ацинусов, компенсаторно увеличивается диффузионная способность легких (“диффузионная” или “зимняя” программа). «Платой» за экстренный способ предохранения организма от повреждающего влияния холодного воздуха является определенная функциональная недостаточность аэробного снабжения организма, вызываемая в первую очередь снижением легочной вентиляции. Не будучи физиологически совершенной для организма, она проявляется в уменьшении максимального потребления кислорода (МПК) у испытуемых, что ограничивает физическую работоспособность, особенно при нахождении зимой на открытом воздухе.

1.2.2 Система дыхания у жителей разных широт, как модель температурного фактора

Географическая широта, как модель температурного фактора упоминается в работах отечественных исследователей (Солонин и др., 2010; Solonin et al., 2012). Реакции ФВД у жителей Севера исследованы у школьников, взрослого населения с 62-66° с.ш., коренного населения и переселенцев.

Так в статье Солонина Ю.Г. (2010) при обследовании подростков 14-15 лет двух школ на 62°с.ш. (28 мальчиков и 28 девочек) и 64°с.ш. (24 мальчика и 29 девочек) с определением ЖЕЛ сухим спирометром и ФВД микропроцессорным спирографом СПМ-01-«Р-Д» и проведением проб с задержкой дыхания (Штанге и Генчи) показано, что широтный, (следовательно и температурный фактор) проявляет свое физиологическое влияние на организм человека уже при разнице места проживания всего на два градуса. У подростков, проживающих на более высокой широте (64°с.ш.) снижена ЖЕЛ и переносимость гипоксемии (Солонин и др., 2010). При

обследовании женщин-школьниц в возрасте 14-15 лет в разных районах Севера 62°с.ш. (59 человек) и 65°с.ш. (47 человек) (Солонин и др., 2010) использовали пробы с задержкой дыхания (Штанге и Генчи), определения ЖЕЛ сухим спирометром и ФВД на микропроцессорном спирографе СПМ-01-«Р-Д». Среднегодовая температура в вышеназванных районах составляла 0.4 и минус 2.1°С. Исследование проведено в переходный период года, когда температура на широте 62° в дни наблюдений составляла 0°С, на широте 65° - около минус 5°С. По данным медосмотров большинство женщин отнесено ко второй группе здоровья. Интегральная оценка дискомфорта проживания по методике А.Л. Максимова (2006) на 62°с.ш. составляла 257 баллов, на 65°с.ш. 173 балла, что соответствует более суровому климату. Выявлено, что у женщин, проживающих на 65°с.ш., по сравнению с девушками, живущими на 62°с.ш., статистически значимо меньше «жизненный индекс» (снижены резервы внешнего дыхания) и время задержки дыхания на вдохе и выдохе (снижена переносимость гипоксемии) (Солонин и др., 2010).

Обследование сельских подростков, учащихся школ Республики Коми (РК) на 62°с.ш. (60 мальчиков и 59 девочек) и 65°с.ш. (35 мальчиков и 47 девочек) (Солонин и др., 2012; Solonin et al., 2012) с применением проб с задержкой дыхания (Штанге и Генче), определения ЖЕЛ сухим спирометром, расчетом «жизненного индекса» и «кардиореспираторного индекса» Скибинской, выявило, что у подростков, проживающих севернее снижена переносимость гипоксемии и более выражены явления гипоксии.

В работе Бойко Е.Р. с соавторами (2011) при обследовании мальчиков (n 207) и девочек (n 228) 14-16 лет разных населенных пунктов РК (от 62 до 66°с.ш.) выявлено, что для школьников старших классов, по сравнению со сверстниками из более климатически комфортных регионов, характерны: увеличенные ДО, МОД, ЖЕЛ, средняя объемная скорость выдоха (СОС25-75) в диапазоне от 25 до 75% форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), скорость прохождения воздуха по бронхам среднего (МОС50) и

мелкого (МОС75) калибров. У школьников Севера РК, по сравнению со школьниками юга РК больше МОД и индекс Тиффно, у девочек меньше и ФЖЕЛ (Бойко и др., 2011).

В исследовании Величковского Б.Т. (2013) показано, что при длительном пребывании на Севере у человека развивается комплекс специфических адаптационных изменений органов дыхания. Для практически здоровых жителей Заполярья, особенно работающих на открытом воздухе, характерно появление нарастающей одышки (так называемой «полярной одышки») и повышенной утомляемости при осуществлении повседневной деятельности (Авцын и др., 1985). Морфологические и функциональные изменения органов дыхания направлены на снижение гипоксемии. Изменения заключаются, прежде всего, в увеличении площади альвеолярной поверхности легких в среднем на 24% и объема легочных капилляров на 39% (Милованов, 1981; Авцын и др., 1985). Изменение ФВД характерно как для коренного населения, так и для переселенцев. У практически здоровых лиц, проживающих на Севере низкий КИО₂ (меньше 35мл/л). Низкая эффективность газообмена кислорода может считаться ведущим звеном как функциональных, так и морфологических изменений органов дыхания людей в высоких широтах (Величковский, 2010).

В монографии Грибанова А.В. с соавторами (2016) представлены материалы исследований функций кардиореспираторной системы у детей школьного возраста 7-18 лет, проживающих в циркумполярном регионе. Выявлены объективные признаки функциональной приспособительной перестройки органов дыхания у школьников, уроженцев Европейского Севера России, заключающиеся в напряженном функционировании системы внешнего дыхания в покое при меньших предельных и резервных способностях в сочетании со снижением экономичности газообмена в легких (Грибанов и др., 2016).

Поповой О.Н. с соавторами (2008) определены показатели ФВД у жителей Крайнего Севера. Установлено, что фактические величины ЖЕЛ

больше должных величин у мужчин на 16% ($p < 0.01$), у женщин на 26% ($p < 0.001$). Фракционный анализ ЖЕЛ показал, что величины РОвд и резервный объем выдоха (РОВд), ДО превышают должные. В состоянии покоя у северян наблюдается гипервентиляция за счет роста как ДО, так и ЧД. Анализ величины максимальной вентиляции легких (МВЛ) указывает на то, что функциональные способности системы внешнего дыхания у жителей Крайнего Севера сохранены (Попова и др., 2008).

Аверьяновой И.В. и Вдовенко С.И. (2018) при комплексном обследовании 327 мужчин 17-21 года, постоянно проживающих в Магаданской области, выявлено, что компенсаторно-приспособительные сдвиги в работе функциональных систем организма мужчин приморской, континентальной и резко-континентальной климато-географической зон формируются различными путями. Для мужчин, проживающих в самых жестких климатических условиях, установлено энергетически наиболее выгодное и максимально эффективное взаимодействие функциональных систем, что служит основой для поддержания гомеостатичности внутренней среды организма при адаптации к негативным факторам внешней среды (Аверьянова, Вдовенко, 2018).

Таким образом, в проведенных исследованиях выявлено, что выраженность адаптивных изменений зависит от климато-географических условий проживания. У лиц, проживающих севернее, снижена переносимость гипоксемии и более выражены явления гипоксии. В состоянии покоя у северян наблюдается гипервентиляция за счет увеличения как ДО, так и ЧД. Для практически здоровых жителей Заполярья, особенно работающих на открытом воздухе, характерно появление нарастающей одышки и повышенной утомляемости при осуществлении повседневной деятельности. Морфологические и функциональные изменения органов дыхания направлены на снижение гипоксемии.

1.2.3 Функция внешнего дыхания при различной влажности окружающей среды

На человека, в условиях Севера действуют не только отрицательные атмосферные температуры, но и весь набор природно-климатических факторов, из них, кроме температуры, наиболее существенным, влияющим на функциональное состояние организма, является влажность окружающей среды.

Так в конце 80-х годов XX столетия был выявлен фактор природной среды Арктики, в такой же мере характерный для высоких широт, как и холод, – это низкое абсолютное содержание водяных паров в атмосфере. Организм человека реагирует только на абсолютное содержание влаги в воздухе, а не на относительную влажность, которая характеризует степень насыщения воздуха водяным паром (Чашин и др., 2014). В районах холодного климата низкая абсолютная влажность характерна не только для открытого пространства, но и для жилых, служебных и производственных помещений, то есть сухость воздуха является постоянным фактором среды обитания. В высоких широтах относительная влажность 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 ничтожно мало, так как низкие температуры обуславливают малое содержание влаги в атмосфере – в среднем 1–3 г/м³ (Чашин и др., 2014).

Известно (Величковский, 2013), что холод и низкое абсолютное содержание водяных паров в атмосфере, снижают эффективность газообмена в органах дыхания и могут считаться ведущими звеньями этих изменений. Особенности процесса адаптации организма к экстремальным погодным

условиям Крайнего Севера заключаются в увеличении площади альвеолярной поверхности легких в среднем на 24% и объема легочных капилляров – на 39%, повышение систолического давления в легочной артерии выше 30 мм рт.ст. Это формирует специфичный для высоких широт клинико-морфологический комплекс.

Для понимания адаптационных изменений в легких важны результаты исследований, проведенных И.И. Деденко и Б.В. Устюшиным в ФНЦ «Институт гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» (Величковский, 2010). Они показали, что восьмичасовое пребывание добровольцев в комфортных температурных условиях (20°C), но при сниженной абсолютной влажности воздуха до значений, характерных для регионов Крайнего Севера (2 г/м³), вызывает увеличение кровенаполнения легких и повышение сосудистого тонуса. Причина выявленных изменений могла заключаться только в потере влаги в альвеолах. Результаты исследований позволили определить физиологически оптимальную и допустимую величину абсолютной влажности вдыхаемого воздуха: 9.6 и 5.7 г/м³ соответственно. Каким образом сухой воздух ухудшает условия газообмена в легких до последнего времени остается не выясненным. Увлажнение вдыхаемого воздуха в основном происходит в полости носа за счет насыщения его влагой, покрывающей слизистую оболочку. Дегидратация слизистого слоя, покрывающего реснички, увеличивает вязкость секрета, что снижает активность мерцательного эпителия. В средней полосе России для увлажнения вдыхаемого воздуха за сутки со слизистой оболочки носа здорового человека испаряется порядка 500 мг воды. Суточные потери воды на Севере с выдыхаемым воздухом достигают 1500 мл. Теплопотери путем испарения с поверхности легких составляют 42% от всех теплопотерь организма за счет испарения, вместо типичных для средней полосы 30% (Величковский, 2010). В связи с повышением потерь влаги через легкие и кожу у полярников происходит сокращение диуреза в среднем до 600 мл/сут, тогда как у жителей умеренной климатической зоны объем диуреза колеблется от 1200

до 1600 мл/сут. Одновременно наблюдается увеличение водопотребления, получившее название «жажда Севера». Количество жидкости, потребляемого участниками высокоширотных экспедиций, повышается до 2500 мл в сутки, что примерно в 1.5 раза больше, чем средний уровень водопотребления у населения, проживающего в зоне умеренного климата – 1800 мл/сут (Величковский, 2010).

Основная причина снижения содержания кислорода в артериальной крови (гипоксемия) в условиях Севера заключается в нарушении диффузии газов (O_2 и CO_2) через альвеолярно-капиллярную мембрану легких. Согласно закону Фика, диффузионная способность легких прямо пропорциональна градиенту концентрации газов (O_2 и CO_2), площади аэрогематического барьера, коэффициенту растворимости газов в водной фазе альвеолярно-капиллярной мембраны и обратно пропорциональна толщине аэрогематического барьера (Величковский, 2010). Ни концентрация газов, ни их растворимость не нарушаются в условиях Севера, а площадь аэрогематического барьера даже возрастает. Причину надо искать в изменении проницаемости аэрогематического барьера. При практически не нарушенной структуре альвеолярно-капиллярной мембраны подобные изменения может вызвать ее физиологический отек, при котором проникающая в интерстиций вода бедна протеинами. В пользу такого предположения говорит тот факт, что функциональная способность в наибольшей мере понижена в нижних и базальных отделах легких, где в связи с влиянием силы тяжести интерстициальный физиологический отек более выражен. В норме легочная ткань содержит минимальное количество воды. Классическими причинами развития патологического интерстициального отека служат нарушения функции сердца, заболевания почек, гипопроteinемия, вызванная циррозом печени. Но, ни в одном из этих случаев не наблюдается таких больших влагопотерь с выдыхаемым воздухом, как на Севере. Поэтому при анализе развития интерстициального отека в легких человека в условиях высоких широт необходимо выяснить его

специфический молекулярный механизм. Автор (Величковский, 2010) полагает, что в разнонаправленной диффузии воды и кислорода в альвеолярно-клеточной мембране и заключается скрытая молекулярная первопричина характерного для Крайнего Севера ухудшения газообменной функции легких – развития гипоксемии и гипокапнии. Встречная диффузия снижает скорость перемещения кислорода через клеточную мембрану. Тем самым снижается диффузионная способность альвеолярной поверхности по отношению к кислороду и уменьшается КИО₂ (Величковский, 2010).

Но на Севере, по-видимому, возможен и дополнительный механизм затруднения газообмена, связанный с нарушением теплового гомеостаза в глубоких отделах легких. Испарение влаги с поверхности альвеол вызывает дополнительные потери тепла. На испарение 1 мл воды требуется 2.4 кДж энергии. Усиленного кровенаполнения существующей капиллярной сети альвеол может быть недостаточно для поддержания необходимого уровня, как газообмена, так и температурного гомеостаза. Обе указанные причины обуславливают развитие однонаправленных адаптационных морфологических изменений в легких, заключающихся в образовании в альвеолярных стенках новых капилляров, увеличении их диаметра и общей объемной плотности на единицу площади альвеолярных перегородок (Величковский, 2010).

Для нашей страны актуальным является изучение дыхания при пониженной абсолютной влажности воздуха в условиях нормального атмосферного давления. Необходима оценка измененной функции внешнего дыхания у больных и здоровых лиц, проживающих на Крайнем Севере, с учетом, как гипоксемии, так и гипокапнии, снижающей чувствительность дыхательного центра. Постоянный усиленный физиологичный интерстициальный отек со временем приводит к развитию фиброзных изменений и понижению функции в нижних и базальных отделах легких. Лица, с подобными изменениями органов дыхания должны подлежать переводу с работ на наружном воздухе. Длительная гипоксемия,

усиливающаяся в холодное время года, повышает уровень свободно-радикальных процессов, компенсаторно возрастает утилизация антиоксидантов в организме, в частности витаминов С и Е (Величковский, 2010).

Опыты на животных позволяют зачастую глубже понять механизмы влияния температуры и влажности среды на функцию дыхания. Так, цель исследования Hälinen A. с соавторами (2000) состояла в том, чтобы охарактеризовать респираторные эффекты при однократном и повторном контролируемом воздействии чистого теплого влажного и холодного сухого воздуха в модели анестезированных, механически вентилируемых морских свинок и сравнить результаты с известными эффектами у людей. Измеряли непрерывно температуры внутритрахеального воздуха и ретротрахеальной ткани, ПОС, ДО и ЖЕЛ, ЧСС и АД гипервентиляционных животных. Четыре последовательных 10-минутных воздействия теплого влажного воздуха ($n=7$) вызывали легкое прогревание дыхательных путей и минимальные изменения функции легких во время экспозиции. В течение одной-единственной 10-минутной экспозиции холодного сухого воздуха ($n=39$) температуры внутритрахеального воздуха уменьшилось с $36.1 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ до $26.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ и ретротрахеальной ткани от $36.4 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ до $35.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$. В ответ на охлаждение дыхательных путей уменьшились: ПОС, ДО и ЖЕЛ максимально в течение первых 2-4 минут с начала периода воздействия. Снижение функции легких значительно ослаблялось в течение 10-минутного воздействия холодного сухого воздуха, что указывало на адаптацию. Таким образом, высоковосстанавливаемое охлаждение дыхательных путей и бронхоспазм были произведены в ответ на гипервентиляцию холодного сухого воздуха у морских свинок. В ходе воздействия холодного воздуха и при повторных воздействиях наблюдалось значительное ослабление реакции бронхов, которая напоминала рефрактерность астматических дыхательных путей для повторной гипервентиляции холодного или теплого сухого воздуха (Hälinen et al., 2000).

Таким образом, имеются немногочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей по влиянию дыхания воздухом с пониженной влажностью на функциональное состояние организма. Показано, что восьмичасовое пребывание добровольцев в комфортных температурных условиях (20°C), но при сниженной абсолютной влажности воздуха до значений, характерных для регионов Крайнего Севера (2 г/м³), вызывает увеличение кровенаполнения легких и повышение сосудистого тонуса из-за потери влаги в альвеолах. Российские исследователи полагают, что в разнонаправленной диффузии воды и кислорода в альвеолярно-клеточной мембране и заключается скрытая молекулярная первопричина развития гипоксемии у человека на Крайнем Севере. Тем самым снижается диффузионная способность альвеолярной поверхности по отношению к кислороду и уменьшается КИО₂. Зарубежные исследователи в опытах на морских свинках показали, что охлаждение дыхательных путей и бронхоспазм произведены в ответ на гипервентиляцию холодного сухого воздуха. Реакция бронхов напоминала рефрактерность астматических дыхательных путей.

1.2.4 Функция внешнего дыхания у человека в тепле и на холоде

Исследование ФВД у проживающих в условиях Севера выполнены в подавляющем большинстве случаев в теплом помещении, что не позволяет в достаточной степени оценить изменение показателей непосредственно на холоде, т.к. при исследовании в тепле, мы ловим лишь следовые и долгосрочные реакции на низкую температуру. Нами встречены лишь единичные работы по исследованию ФВД на холоде (Гудков А.Б., Попова О.Н., 2012; Шишкин и др., 2013; Чашин и др., 2014 и др.).

Местное воздействие холодного воздуха на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, трахеи и бронхиального дерева вызывает значительную потерю тепла и влаги, идущих на согревание и увлажнение вдыхаемого воздуха (Чашин и др., 2014). Воздух отрицательной температуры, являясь агрессивной средой для органов дыхания, требует со стороны дыхательной системы значительного функционального напряжения, направленного на сохранение температурного гомеостаза в респираторных отделах легких. Так установлено, что уже через 30 минут пребывания на открытой площадке при температуре воздуха -12°C происходят значительные изменения в системе внешнего дыхания: увеличиваются МОД, ДО, ЧД, ПК, кислородный эффект одного дыхательного цикла, снижаются ЖЕЛ, РОвд и РОвыд, МВЛ, относительный резерв дыхания, наблюдается расширение крупных бронхов и спазм бронхов среднего и мелкого калибров (Чашин и др., 2014).

Гудковым А.Б. и Поповой О.Н. (2012) исследована реакция системы внешнего дыхания на вентиляцию воздуха отрицательной температуры в диапазоне от -12 до -6°C , т.е. при воздействии, которое вызывает умеренное напряжение организма, и такой диапазон температур наиболее часто встречается в реальных зимних условиях Европейского Севера. Обследованы 34 мужчины (20.5 ± 1.3 года) и 31 женщина (20.0 ± 1.2 года) - уроженцы Европейского Севера с помощью спирографов СГ-2 и СПИ-21/01-«Р-Д», газоанализаторов ПГА-КМ, ПГА-ДУМ или ПГА-200. Результаты исследования выявили, что дыхание воздухом отрицательной температуры в течение 30 минут у мужчин вызывало уменьшение ЖЕЛ на 11.6%, что является физиологической реакцией защиты тканей от переохлаждения. Авторы (Гудков, Попова, 2012) предполагают, что происходит выключение из вентиляции наиболее охлаждаемых респираторных микроструктур. В основе защитной реакции, вероятно, лежит гладкомышечное сокращение бронхиол в транзитной зоне легких. После возвращения в теплое помещение ЖЕЛ увеличилась, но в течение 5 минут не достигла исходного

уровня. На фоне снижения у мужчин $\text{PO}_{\text{вд}}$ и $\text{PO}_{\text{выд}}$ увеличился ДО на 21.8% ($p < 0.001$). Возвращение в тепло через 5 минут привело к достоверному ($p < 0.001$) снижению ДО у мужчин. У женщин произошли существенные изменения в величинах легочных объемов: на холоде уменьшилась ЖЕЛ на 14.6% ($p < 0.001$) и через 5 минут в тепле увеличилась на 7.3% ($p < 0.001$). У женщин на холоде $\text{PO}_{\text{вд}}$ уменьшился на 12.9%, а $\text{PO}_{\text{выд}}$ – на 27.6% ($p < 0.001$) и после 5 минут нахождения в тепле они увеличились, соответственно, на 5.4 и 18.4%, но, как и ЖЕЛ не достигли исходного уровня. На холоде у женщин значительно увеличился ДО на 23.8% ($p < 0.001$) и, в течение 5 минут в тепле вернулся к исходному уровню. У женщин, по сравнению с мужчинами, вдыхание холодного воздуха вызвало более выраженные изменения ФВД (Гудков, Попова, 2012). Функциональные особенности аппарата внешнего дыхания наиболее ярко отражает МОД, который после 30 минутного пребывания на холоде увеличился у мужчин на 16.2% ($p < 0.001$), в основном, за счет ДО и после 5 минут нахождения в тепле МОД снизился до исходного уровня. У женщин в этих же условиях МОД увеличился на 21.7% ($p < 0.001$) за счет возрастания ДО и ЧД, что является менее эффективным механизмом реализации повышенного газообмена, снизилась МВЛ и резерв дыхания (Гудков, Попова, 2012).

При исследовании проходимости воздухоносных путей при дыхании холодным воздухом в натуральных климатических условиях Европейского Севера выявлено, что прямое действие воздуха отрицательной температуры приводит к расширению крупных бронхов и снижению проходимости бронхов среднего и мелкого калибра, вероятно, вследствие их спазма (Гудков, Попова, 2012). Дыхание воздухом отрицательной температуры вызывает существенные изменения в показателях легочного газообмена (Гудков, Попова, 2012). Возрастает ПК на 37.5% у мужчин и 19.2% у женщин ($p < 0.05$). Увеличивается ВУГ у мужчин на 23.6% и у женщин – на 29.2%, наблюдается увеличение кислородного эффекта одного дыхательного цикла на 29.0% ($p < 0.01$) у мужчин и 20.8% ($p < 0.05$) у женщин, что отражает

усиление метаболизма при воздействии холодового фактора. Увеличение газообмена обеспечивалось гиперпноное, преимущественно, за счет ДО, в результате изменился паттерн дыхания и за счет глубины вдоха выросла альвеолярная вентиляция. Очевидно, что прирост легочной вентиляции обеспечивал повышение газообмена в респираторных отделах легких, как результат увеличения теплопотерь и теплопродукции на холоде (Гудков, Попова, 2012).

У здоровых мужчин – жителей Магадано-Чукотского региона и Западной Сибири методами оксиспирографии, пневмотахографии и разведения гелия были изучены защитные физиологические реакции органов дыхания в условиях низких температур (Шишкин, Устюжанинова, 2013). Установлено, что на действие низкой температуры воздуха система внешнего дыхания отвечает четырьмя защитными реакциями. При очень резком охлаждении воздуха (ниже -25°C) может произойти моментальная рефлекторная остановка дыхания (апноэ). При меньшем перепаде температуры включается срочная реакция ограничения ДО, которая достигает максимума через 10-20 минут. У людей, адаптированных к климатическим условиям Севера, реакция через 10 минут исчезает, у неадаптированных лиц сохраняется, приводя к гипоксии и «полярной одышке». При дыхании холодным воздухом в течение 30 минут добавляется вторая срочная реакция, которая приводит к выключению из вентиляции и газообмена наиболее охлаждаемой респираторной ткани. На длительное воздействие низкой температуры воздуха система внешнего дыхания отвечает замедленной защитной реакцией, выраженной в раскрытии резервных ацинусов. Ослабляя повреждающее действие температурного фактора, защитная реакция одновременно ограничивает газообмен, что приводит к компенсаторной гипервентиляции и напряжению аппарата внешнего дыхания (Шишкин, Устюжанинова, 2013).

Таким образом, в доступной литературе встречены единичные отечественные работы, в которых на холоде изучена функция ФВД у

молодых людей при отрицательных температурах (до -25°C). Изменения ФВД на холоде свидетельствуют о включении изоляционных и рестриктивных реакций дыхательных путей, позволяющих сохранить наиболее оптимальные условия кондиционирования низкотемпературного воздуха. На действие низкой температуры воздуха система внешнего дыхания отвечает четырьмя защитными реакциями: при резком охлаждении воздуха (ниже -25°C) может произойти моментальная рефлекторная остановка дыхания (апноэ). При меньшем перепаде температуры включается срочная реакция ограничения ДО. При дыхании холодным воздухом в течение 30 минут добавляется вторая срочная реакция - выключение из вентиляции и газообмена наиболее охлаждаемой респираторной ткани. На длительное воздействие низкой температуры воздуха система внешнего дыхания отвечает замедленной защитной реакцией, выраженной в раскрытии резервных ацинусов.

1.2.5 Взаимосвязь системы дыхания и других систем организма

Дыхательная система находится в тесной взаимосвязи с сердечно-сосудистой, терморегуляторной и другими системами организма, поэтому интересна взаимозависимость и перекрестные реакции на холодовое воздействие ФВД и различных систем организма.

Дыхательный и сосудодвигательный центры имеют общие рецепторные области: сердечно-аортальную, синокаротидную и легочную. Известно, что деятельность сложной системы обеспечения кислородного гомеостаза организма осуществляется взаимодействием нервных образований центральной нервной системы на уровне центров продолговатого мозга (Габдрахманов и др., 1993). В реальных климатических условиях Севера холодовому воздействию у человека могут подвергаться не

только дыхательные пути и лицо, но нередко кисти и стопы. Проведёнными исследованиями (Чашин и др., 2014) установлено, что локальное воздействие холода на кисти и стопы вызывает значительные изменения в деятельности системы внешнего дыхания. Так, увеличиваются МОД, ДО, ПК, уменьшаются ЖЕЛ, РОвд (Чашин и др., 2014).

Для выяснения влияния локального охлаждения кожи кисти и стопы на показатели ФВД обследованы 34 мужчины (20.5 ± 1.3 года) и 31 женщина (20.0 ± 1.2 года) - уроженцы Европейского Севера с помощью спирографов типа СГ-2 или СПИ-21/01-«Р-Д», газоанализаторов ПГА-КМ, ПГА-ДУМ или ПГА-200 (Гудков, Попова, 2012) (температура и длительность локального охлаждения кисти и стопы в работе не указаны). Установлено, что локальное охлаждение кисти и стопы приводит к существенным статистически достоверным изменениям ФВД. У мужчин в ответ на охлаждение уменьшаются РОвд, мгновенная объемная скорость при выдохе 50% ФЖЕЛ (МОС50), МОС75, СОС25-75 и увеличиваются РОвыд и ДО, ФЖЕЛ, время достижения ФЖЕЛ (ТФЖЕЛ), ОФВ1, объем форсированного выдоха за первые полсекунды (ОФВ0.5). У женщин уменьшаются РОвыд, ЖЕЛ, время достижения ПОС (ТПОС), МОС50 и МОС75 и увеличиваются РОвд, ДО, МОД, ФЖЕЛ, ОВФ1, ОФВ0.5, индекс Тиффно. Как у мужчин, так и у женщин изменения ФВД более выражены при охлаждении стопы и кисти и стопы, чем при охлаждении кисти. Женщины более реактивны к локальному охлаждению рук и ног. Полученные результаты отражают, по всей видимости, активирующее влияние центра терморегуляции на дыхательный центр (Гудков, Попова, 2012).

В работе Muller M.D. с соавторами (2012) измерена максимальная скорость коронарного кровотока и функция левого желудочка у 13 молодых и 13 пожилых людей при ингаляции холодного воздуха ($-14 \pm 3^\circ\text{C}$) в течение 5 минут, и при ингаляции холодного воздуха с одновременным погружением руки в воду с температурой 1°C . Выявлена диссоциация между ПК и

кислородом в коронарном кровообращении. У пожилых людей коронарный кровоток хуже реагирует на холод (Muller et al., 2012).

Актуальность изучения кислородтранспортной функции крови в Арктике, на Севере связана с выяснением механизмов развития северной тканевой гипоксии (Ким, 2014). Результаты анализа морфофункциональных характеристик эритроцитов у северян различных возрастных групп в зависимости от полярного стажа позволяют судить о различном адаптивном потенциале у молодых людей и среднего возраста. После 10 лет жизни на Севере развивается гипергемоглобинемия. Изменения кислородтранспортной функции эритроцитов у северян в зависимости от полярного стажа компенсируются перестройками внешнего дыхания, транскапиллярного и газового обменов. Такое взаимодействие между эритроцитами, органами дыхания и сосудами является свидетельством мобилизации функциональной системы дыхания и её функционирования на новом уровне, необходимом для адекватного обеспечения кислородом клеток и тканей в условиях Арктики. Недостаточное взаимодействие или рассогласованность между отдельными компартментами функциональной системы дыхания создают условия для развития северной тканевой гипоксии (Ким, 2014).

На Севере ФВД исследовали (Ким, 2015), как правило, у молодых людей с различным полярным стажем и в различные сезоны года. Однако до настоящего времени причины и механизмы развития гипоксии на Севере до конца не изучены, хотя надо полагать, что развитие гипоксии лимитирует процессы адаптации. Сложность проблемы связана с тем, что процессы адаптации и процессы старения человека протекают одновременно. Используемый в таких случаях метод поперечного сечения популяции не всегда оправдан и не дает ответа на вопрос об оптимальных сроках приезда работоспособного населения на Север и проживания на его территории без ухудшения состояния здоровья. Изучение резервных показателей дыхания наряду с легочными объемами у северян с различным полярным стажем

показало, что выраженность адаптивных процессов в системе внешнего дыхания зависит от возраста приезжающих на Север. С увеличением возраста адаптивные возможности респираторной системы снижаются, что, очевидно, приводит к «сужению» механизмов компенсации северной гипоксии. Во всех возрастных группах максимальная вентиляция легких (независимо от полярного стажа) и жизненная емкость (после 2 лет жизни на Севере) оказались сниженными относительно группы сравнения. В процессе адаптации к условиям Крайнего Севера в капиллярной крови северян происходит постепенная смена респираторного ацидоза на метаболическую форму сдвига кислотно-основного состояния (КОС), о чем свидетельствуют изменения гомеостатических показателей функциональной системы дыхания (рН, парциального давления O_2 и CO_2). Сравнительный анализ характера сдвига КОС у приезжих и коренных жителей показал, что коренным жителям свойствен сдвиг в сторону метаболического ацидоза. С увеличением полярного стажа (более 5 лет) во всех возрастных группах наблюдалась тенденция к росту рН капиллярной крови. Эта тенденция является отражением адаптивной перестройки в системе внешнего дыхания, именно в эти сроки отмечалась гипервентиляция. Таким образом, у приезжих жителей в различные периоды жизни на Севере наблюдались преобладание метаболического или респираторного ацидоза, венозная гипоксемия и гиперкапния, свидетельствующие об увеличенной интенсивности метаболических процессов в тканях (Ким, 2015).

Результаты исследования (Ким, 2015) позволяют заключить, что развитие северной тканевой гипоксии обусловлено изменениями на всех этапах доставки O_2 , начиная с внешнего дыхания до потребления его тканями. Раннее развитие гипоксии связывали с низким содержанием O_2 в северных широтах. Однако известно, что содержание O_2 в атмосферном воздухе в высоких широтах не ниже, чем в средних, и составляет 20.9 об.%. В целом, обнаруженные изменения резервных возможностей внешнего

дыхания позволяют говорить о «преждевременном старении» органов дыхания, особенно заметном у лиц старше 40 лет (Ким, 2015).

Таким образом, в доступной отечественной и зарубежной литературе проанализирована взаимозависимость ФВД и других систем организма. Возрастной диапазон обследованных мужчин и женщин, представителей коренных национальностей и приезжих северян включает 20-59 лет. В результате исследований выявлено, что изменения ФВД более выражены при охлаждении стопы и кисти или стопы, чем при охлаждении кисти. Женщины более чувствительны к локальному охлаждению рук и ног. Полученные результаты отражают, по всей видимости, активирующее влияние центра терморегуляции на дыхательный центр. У пожилых людей коронарный кровоток хуже реагирует на холод. В процессе адаптации к условиям Крайнего Севера в капиллярной крови северян происходит постепенная смена респираторного ацидоза на метаболическую форму сдвига кислотно-основного состояния. У приезжих жителей в различные периоды жизни на Севере наблюдались преобладание метаболического или респираторного ацидоза, венозная гипоксемия и гиперкапния. Развитие северной тканевой гипоксии обусловлено изменениями на всех этапах доставки O₂, начиная с внешнего дыхания до потребления его тканями.

Особенности ФВД у человека на Севере связаны, в том числе со специфичными для арктических регионов низкими температурами и низкой абсолютной влажностью атмосферного воздуха - факторами, уменьшить интенсивность воздействия которых невозможно или экономически нецелесообразно. Для нашей страны актуальным является изучение дыхания при пониженной абсолютной влажности воздуха в условиях нормального атмосферного давления. Обнаруженные изменения резервных возможностей внешнего дыхания позволяют говорить о «преждевременном старении» органов дыхания, особенно заметном у лиц старше 40 лет. До настоящего времени причины и механизмы развития гипоксии на Севере до конца не

изучены, хотя надо полагать, что развитие гипоксии лимитирует процессы адаптации.

Исследованием ФВД у человека на Севере в России занимаются несколько научных групп и отдельные ученые. В основном работы посвящены изучению параметров ФВД при низких температурах, и/или влажности атмосферного воздуха у человека разного возраста и пола, с различным стажем проживания на Севере, в разных регионах, сезонах, в покое и при субмаксимальных физических нагрузках, у представителей различных профессий, включая военные контингенты. В иностранной литературе исследования ФВД у человека на Севере единичны, есть работа, посвященная исследованиям ФВД на морских свинках в эксперименте. Работы зарубежных авторов, по сравнению с отечественными, имеют более прикладной характер. Однако, работы по изучению функции внешнего дыхания у человека в годовом цикле отсутствуют как в зарубежной, так и российской литературе.

1.2.6 Показатели функции внешнего дыхания у спортсменов

Состояние системы внешнего дыхания является одним из важнейших факторов, обуславливающих функциональные возможности организма спортсменов и эффективность спортивной деятельности (Эберт и др., 2005). Показатели ее функционирования у северян – спортсменов модулируются не только тренировочным процессом, но и климато–географическими факторами. У спортсменов, тренирующих аэробные возможности в условиях холодного климата, по сравнению с нетренированными людьми, увеличена альвеолярная вентиляция и жизненная емкость легких (Попов и др., 2014), они имеют высокую распространенность респираторных симптомов и гиперреактивность дыхательных путей, в биоптатах бронхов у лыжников

присутствует признаки нейтрофильного и лимфоцитарного воспаления с ремоделированием респираторной системы (Sue-Chu, 2012).

Данные литературы по изучению функции внешнего дыхания у лыжников – гонщиков в годовом цикле отсутствуют, имеются лишь работы (Эберт и др., 2005; Попов и др., 2014; Шишкин, Устюжанинова, 2014; Гудков и др., 2016 и др.), затрагивающие сезоны или часть месяцев года, потому изучение ФВД у спортсменов в годовом цикле является актуальным.

1.3 Артериальное давление как маркер состояния сердечно – сосудистой системы у северян

Сердечно-сосудистые заболевания являются глобальной проблемой здравоохранения во всем мире (Кобалава и др., 2015). Они связаны со значимыми социально-экономическими потерями и выше у женщин (Оганов и др., 2011).

1.3.1 Специфика артериального давления у жителей холодного климата

Наибольший всплеск смертности от сердечно-сосудистых заболеваний наблюдается в трудоспособном возрасте – от 25 до 64 лет (Оганов, Масленникова, 2012). Величина АД может зависеть от сезонных изменений окружающей среды (Евдокимов и др., 2007; Зенченко и др., 2009; Sinha et al., 2010; Зенченко и др., 2011; Halberg et al., 2012; Чазов, Бойцов, 2012; Melnicov

et al., 2013; Modesty, 2013; Hattori, Munakata, 2015; Varlamova et al., 2015; Солонин и др., 2015).

Исследователями обнаружены разнообразные варианты действия холодного климата на артериальное давление человека: гипотензивное (Данишевский, 1955; Бартон, Эдхолм, 1957; Палеев, 1961; Кандрор, 1968; Милованов, 1981; Апханова и др., 1993); гипертензивное (Critschley, 1947; Butson, 1949; Гаршенин, Лукачев, 1969; Авцын и др., 1985; Никитин и др., 1991); отсутствие изменений АД (Muto, 1960); разнонаправленные сдвиги (Тихомиров, 1968; Мочалова, 1970; Борискин, 1973; Калюжная, 1973; Деряпа и др., 1975; Совершаева, 1983; Лабутин, Гудков, 1995).

Коренное население Севера отличается от жителей умеренных широт особый физиологический статус сердечно-сосудистой системы с характерной гипо- и нормотонией и минимизацией резервных возможностей. Стабилизация гомеостаза у людей, приехавших на Север и проживших там 3-10 лет, наступала на основе двукратного увеличения давления крови в легочной артерии. Для северян-старожилов характерна сопряженная гипертензия как в малом, так и в большом круге кровообращения (Авцын и др., 1985; Лабутин, Гудков, 1995; Совершаева, 1996).

У мужчин и женщин Севера САД достоверно ($p < 0.01$) выше, чем у жителей более комфортного климата (Абрамов, 1986; Липовецкий и др., 1988; Захарченко и др., 1997; Варламова, Евдокимов, 2003; Варламова и др., 2006; Варламова, 2011), наиболее существенные различия появились после 40 лет и увеличивались далее с возрастом. У мужчин, проживающих на 65°с.ш. САД выше, чем у мужчин 60°с.ш. (Варламова, 2000). В работе О.В. Рогачевской и В.Г. Евдокимова (1999) обследовавших детей этой же географической зоны показано, что САД у мальчиков и девочек уже с 11-12 лет выше, чем у детей из Ярославля и во все возрастные периоды выше, чем у московских школьников. Артериальное давление линейно растет с увеличением расстояния от экватора (Rostand, 1997): уменьшенный эпидермальный синтез витамина D3 связан с высоким содержанием кожного

мелатонина и сниженной интенсивностью ультрафиолетового света при удалении от экватора, что может привести к уменьшению запасов витамина D и увеличению секреции паратиреоидного гормона. Эти изменения могут стимулировать рост сосудистых гладких мышц и повышать их сократимость, влияя на внутриклеточный кальций, адренергическую реактивность и/или эндотелиальную функцию, что вероятно влияет на географическую величину АД. Величины САД, полученные у жителей республики Коми соответствовали таковым у практически здорового пришлого населения Ненецкого автономного округа Архангельской области в возрасте от 18 до 45 лет, со сроком проживания на Севере от более 5 до 15-20 лет (Совершаева, 1983). У пришлого населения Крайнего Севера содержание ионов Na^+ в сыворотке крови повышено, что может фактором, способствующим развитию артериальной гипертензии в условиях Севера (Никитин и др., 1991). Одним из основных факторов развития гипертензии является увеличение сопротивления периферических сосудов, которое имеет место у жителей Севера (Совершаева, 1996) и может быть вызвано повышением тонуса гладких мышц стенок сосудов. Тонус мышц и их сократимость зависят от концентрации ионов Ca^{2+} в цитоплазме сосудистых клеток. По данным литературы (Чазов и др., 2000) повышенный уровень Ca^{2+} , большая реактивность клеток в отношении кальций–мобилизующих гормонов свидетельствуют о том, что нарушения регуляторных систем клетки является материальной базой феномена «структурного подкрепления» артериальной гипертензии.

Факторы, определяющие величину артериального давления АД, делятся на «физические» и «физиологические». Физические факторы связаны с механическими свойствами жидкости, в то время как физиологические отражают определенные свойства сердечно-сосудистой системы живых людей (Berne, Levy, 2004). Compliance – это механические свойства стенки сосудов, отражающие его эластические характеристики (Berne, Levy, 2004). Артериальное кровяное давление прямо зависит от двух главных физических

факторов: объема артериальной крови и compliance артериальной системы. В свою очередь на эти физические факторы влияют определенные физиологические факторы, а именно, ЧСС, систолический объем, сердечный выброс и периферическое сосудистое сопротивление (Berne, Levy, 2004).

1.3.2 Сезонные колебания артериального давления у северян

Сезонные колебания гемодинамических показателей организма в различных климатических зонах отмечались многими авторами (Матюхин, 1970; Матошин, 1970; Деряпа и др., 1975; Шевченко и др., 1976; Рапопорт, 1979; Тимофеев и др., 1979; Андропова и др., 1982; Савина и др., 1983; Nayha, 1985; Солонин, Варламова, 1991; Рощевский и др., 1994, 1995; Солонин, 1995; Halberg et al., 1996; Winnicki et al., 1996; Евдокимов и др., 1998).

Большинство исследователей (Палеев, 1961; Кандрор, 1968; Тихомиров, 1968; Борискин, 1973; Шевченко и др., 1976; Рапопорт, 1979; Андропова и др., 1982 и др.) определяли у жителей Заполярья низкие величины САД и ДАД в самое холодное время года, совпадающее с полярной ночью. Гипотензивные реакции организма связывали с повышением тонуса центра блуждающего нерва (Борискин, 1973). Увеличение ДАД во время холодового теста у мужчин 20-25 и 60-65 лет минимально зимой; весной у мужчин старшей возрастной группы оно возрастало, а у молодых - оставалось на прежнем уровне (Yoshimitsu et. al., 1995).

Однако, имелись и противоположные сведения: по результатам исследования артериального давления у полярников станции "Восток" (Антарктида) (Деряпа, Рябинин, 1977) самые высокие цифры САД зарегистрированы осенью (115 мм рт. ст.) и в начале зимы (112 мм рт. ст.), а

низкие - летом (102 мм рт. ст.); наиболее высокие цифры ДАД (84 мм рт. ст.) обнаружены в холодное время года (конец осени и зима), а низкие, как и для САД - летом (75 мм рт. ст.). При изучении артериального давления у здоровых мужчин (19-23 года) выявлен четко выраженный сезонный ритм: АД - максимально зимой и осенью, минимально летом; весной величины АД имели промежуточное значение (Матюхин, 1970). Сезонные колебания АД выявлены и F. Halberg с соавторами (1996): АД было высоким в зимний период и низким – в летние месяцы.

Летом АД у коренных жителей Якутии и пришлого населения находилось в пределах общепринятых европейских норм (Тимофеев и др., 1979). В средней полосе у мужчин 40-44 года низкие значения АД выявлены летом, а у мужчин в возрасте 20-24 года - тенденция к повышению АД, в сравнении с весной (Коханский и др., 1970). У жителей Республики Коми наиболее высокие цифры АД в одном из исследований (Рощевский и др., 1995) зарегистрированы весной.

Отмечено тесное соответствие между уровнем АД и сезонными изменениями толщины кожно-жировой складки (максимальное увеличение - зимой, уменьшение - летом) (Деряпа и др., 1977).

Выявленные различия в уровне АД в одинаковые сезоны и даже в одной и той же географической точке (станция "Восток") могли быть связаны как с разным возрастом и характером труда обследованных контингентов, так и с несовпадением погод в районе станции в годы обследования.

Сезонные изменения САД у мужчин согласуются с таковыми, приведенными в работе S. Nayha (1985), обследовавшего 1585 мужчин (50-84 лет) и выявившего у них максимум САД в ноябре и минимум – в июле. Разная сезонная динамика САД у мужчин и женщин вполне объяснима с позиций разгрузочного рефлекса Парина. Холодовой бронхоспазм в начале зимы ведет к возрастанию давления в легочной артерии и увеличении нагрузки на правый желудочек, что рефлекторно вызывает снижение периферического сосудистого сопротивления и артериального давления в

большом круге кровообращения и способствует уменьшению притока крови к правому желудочку (Авцын и др., 1985). В стадии адаптированности давление в плечевой артерии увеличивается (Авцын и др., 1985).

В ранней работе (Варламова и др., 2001), выявлено достоверное ($p < 0.01$) снижение ДАД в ноябре-декабре, в сравнении с июнем, что вполне согласуется с данными литературы (Палеев, 1961; Кандрор, 1968; Тихомиров, 1968; Андропова, Безгузова, 1973; Кривошеков, 1977; Андропова и др., 1982; Рогачевская, Евдокимов, 1997). Исследования, выполненные О.В. Рогачевской и В.Г. Евдокимовым (1997) на учащихся 1-11 классов школ г. Сыктывкара (61° с. ш.) с ежемесячным тестированием кардиореспираторной системы, показали сложный волнообразный характер изменения ДАД в течение года: минимальные значения зарегистрированы в ноябре-декабре, максимальные - в марте-апреле.

В работе японских исследователей (Yoshimitsu et al., 1995), изучавших вариации физиологических реакций в разные сезоны у мужчин выявлено, что ДАД во время холодового теста (17°C в течение 60 минут) менее значимо увеличивалось зимой. При обследовании 134 студентов, проживающих на территории Европейского Севера, выявлено, что САД и ДАД достоверно ($p < 0.05$) растет от теплого к холодному времени года: у мужчин с 113/68 до 124/78 мм рт.ст. и у женщин со 112/67 до 121/76 мм рт.ст. (Выдрякова, 2001).

Значения ДАД отражают сходство сезонных изменений показателя у детей и взрослых. Сниженное АД может быть результатом уменьшения УО, МОК, общепериферического сосудистого сопротивления (ОПСС), сокращения объема циркулирующей крови, уменьшения венозного возврата крови к сердцу, снижения вязкости крови (Гембицкий, 1997). Для объяснения региональной и сезонной динамики уменьшения ДАД, по-видимому, может быть выбрана одна из этих причин - снижение венозного возврата к сердцу, смысл которого вполне объясним с позиций разгрузочного рефлекса В.В. Парина, уменьшающего приток крови к правому желудочку сердца (Авцын и др., 1985).

Параметры сердечно-сосудистой системы организма находятся в тесной взаимосвязи и с гормональными регуляторами. Проживание в условиях контрастных фотопериодов Крайнего Севера сопровождалось выраженными изменениями гормонального профиля (Суханов и др., 1986; Ткачев и др., 1986). Активация коры надпочечников в полярный день приводила к выбросу в кровь адреналина и норадреналина, под действием которых повышалось АД. Норадреналину отводят ведущую роль в поддержании холодовой резистентности у человека и животных. При холодовой адаптации обмен эндогенного норадреналина возрастал в 4 и более раз (Шорин и др., 1979). Об увеличении продукции норадреналина при длительном холодовом воздействии свидетельствовали данные о выраженном накоплении его в надпочечниках (Шорин и др., 1979; Барбараш, 1996). Норадреналин, циркулирующий в крови, приводил к увеличению ОПСС, в результате этого могло возрастать ДАД.

Артериальная гипертензия является мультифакторным заболеванием, развивающемся, как нарушение процессов адаптации человека к условиям окружающей среды при наличии генетически predetermined поломок механизмов регуляции АД и на фоне закономерно возникающих патофизиологических и инволютивных процессов в организме, которые могут влиять на механизмы регуляции АД (Джанашия и др., 2007). Крупное исследование оценки роли симпатической нервной системы (СНС) в развитии АГ Tecumseh Blood Pressure Study (Мичиган, США) показало, что активация СНС имеет значение не только на ранних стадиях становления АГ, но и в дальнейшем вносит свой вклад в формирование сердечно – сосудистого риска (Джанашия и др., 2007). На фоне гиперактивации симпатoadреналовой системы (САС) повышается активность целого ряда прессорных механизмов, регулирующих АД: растёт МОК за счет увеличения сократимости левого желудочка и прироста ЧСС; задерживается натрий и увеличивается объем циркулирующей крови (стимуляция юктагломерулярного аппарата почек с активацией ренин-ангиотензин-

альдостероновой системы); повышается сосудистый тонус и увеличивается ОПСС (стимуляция норадреналином β -адренорецепторов гладкомышечных клеток артериол) (Джанашия и др., 2007). Пролонгированная катехоламинемия способствует развитию атеросклероза даже в отсутствие повышенного АД (Барсуков, Шустов, 2004). Считается установленным, что катехоламины, особенно норадреналин, действуя на центральном уровне, являются прямыми стимуляторами секреции АКТГ (Барсуков, Шустов, 2004). Сердце, как орган с преимущественной β -адренергической регуляцией, в первую очередь является «мишенью катехоламиновых атак» (Барсуков, Шустов, 2004). Хроническая симпатикотония, обусловленная как гиперкатехоламинемией, так и повышением чувствительности адренорецепторов к их действию, оказывает прямое и опосредованное действие на кровообращение (Барсуков, Шустов, 2004).

Величина АД может зависеть от сезонных изменений окружающей среды (Евдокимов и др., 2007; Зенченко и др., 2009; Sinha et al., 2010; Зенченко и др., 2011; Halberg et al., 2012; Чазов, Бойцов, 2012; Melnicov et al., 2013; Modesty, 2013; Hattori, Munakata, 2015; Varlamova et al., 2015; Солонин и др., 2015).

Сезонные колебания АД зачастую связаны с метеорологическими факторами, особенно с изменениями температуры наружного воздуха (Hayashy et al., 2008, Murakami et al., 2011, Hozawa et al., 2011, Зенченко и др., 2009, 2011, 2013, Хаснулин и др., 2015, Varlamova et al., 2015), которая определяет утреннее давление, величину ночного снижения АД (Murakami et al., 2011) и сезонные изменения АД. Одним из факторов снижения ДАД в теплый период года, по-видимому, является уменьшение ОПСС в ответ на повышение температуры воздуха на улице и в помещении. Увеличение ДАД в январе может быть связано с ростом ОПСС в связи с морозной погодой (Varlamova et al., 2015). Максимум АД у обследованных женщин был характерен для зимы (январь-февраль), минимум - для лета (июль-август), что совпадает с минимумами и максимумами годового температурного

графика, самым высоким индексом геомагнитной активности К_p в январе. Зимний пик САД описан в работах ряда авторов (Kanikowska et al., 2013, Modesti, 2013, Солонин и др., 2015, Varlamova et al., 2015) и присущ не только здоровым, но и больным гипертонической болезнью (Youn et al., 2007). Минимальные летние значения ДАД были характерны для практически здоровых жителей Тюмени (Garon et al., 2004), мужчин Республики Коми (Varlamova et al., 2015), жителей Италии, принимающих антигипертензионную терапию и имеющих нормальный скорректированный уровень АД (Modesti et al., 2013). Скорость пульсовой волны - широко используемый клинический показатель жесткости артерий, коррелировала с зимне-летними различиями в САД ($r = 0.272$, $p = 0.012$) (Youn et al., 2007). По данным В.И. Хаснулина с соавторами (2015) частота гипертонических кризов статистически значимо увеличивается с понижением температуры окружающей среды: в холодное зимнее время они возникают примерно на 37% чаще, чем в летнее. Максимальная связь гипертензивных реакций у населения Российской Федерации обнаружена с температурой ($r =$ от -0.493 до -0.658) (Хаснулин и др., 2015), что согласуется с полученными данными для САД и ДАД (r соответственно до -0.433 и -0.481) и атмосферным давлением ($r = 0.472$). Дневное САД уменьшается с увеличением температуры (Alperovitch et al., 2009; Modesti et al. 2013; Varlamova et al., 2015). При адаптации к холоду увеличивается чувствительность тканей к норадреналину (LeBlanc, Villemarie, 1970), появляется эритроцитоз с сопутствующим подъемом концентрации гемоглобина и повышением вязкости крови (Авцын и др., 1985). Холодный воздух может косвенно привести к увеличению сердечно-сосудистых рисков через его воздействие на симпатическую и ренин-ангиотензивную системы, кровяное давление, факторы риска атеросклероза, такие как вязкость крови, количество фибриногена, липидов и мочевой кислоты (Luo et al., 2012). По данным литературы (Mercer et al., 1999) даже кратковременное (один час) холодное воздействие индуцирует у молодых здоровых людей тенденцию к

гиперкоагуляции. Эти адаптивные реакции могут быть причинами роста АД у жителей Севера в холодное время года. Более высокие значения АД в течение зимы потенциально способствуют увеличению риска сердечно-сосудистых заболеваний и требуют персонализированного управления антигипертензивными препаратами у пациентов (Modesty et al., 2013) и более агрессивного снижения АД в холодные месяцы (Yang et al., 2015).

Таким образом, сезонная динамика АД у жителей Севера проходит на фоне специфических адаптивных изменений состояния сердечно-сосудистой системы к холодному климату, что накладывает свой отпечаток на величины АД и регулирующие ее механизмы. Успешная антигипертензивная терапия невозможна без изучения нормальных значений АД у населения РФ в различных климато-географических зонах. Годовые циклы АД изучены в ряде работ иностранных ученых (Sothorn et al., 2005; Halberg et al., 2012). Годовая динамика АД и метеочувствительность у женщин 20-59 лет, проживающих в условиях Европейского Севера России, в доступной литературе не встречена, поэтому целью нашей работы было и изучение годового цикла артериального давления у нормотензивных женщин 20-59 лет.

1.3.3 Сходство механизмов адаптации человека к Северу, патогенеза артериальной гипертензии и возрастных изменений

Проживание человека в условиях холодного климата запускает ряд адаптивных реакций, помогающий приспособиться к жизни в конкретных условиях среды, но не всегда благоприятно сказывающийся в будущем на уровне здоровья. Некоторые из этих адаптивных черт представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Сходные черты реакций адаптации человека к условиям Севера, патогенеза артериальной гипертензии и возрастных изменений артериального давления

№ п/п	Показатели	Север	Артериальная гипертензия	Возраст
1	Повышенный симпато-адреналовый фон	Баженов, Баженова, 1998; Бойко, 2005; Максимов, 2015	Weber, Drayer, 1982; Барсуков, Шустов, 2004; Джанашия и др., 2007; Подзолков, 2016	Мешков, 2012
2	Увеличение чувствительности к норадреналину	LeBlanc, Villemarie, 1970; Шорин, 1979; Барбараш, Двуреченская, 1986; Нестерова и др., 2018	Барсуков, Шустов, 2004; Подзолков, 2016	Нестерова и др., 2018
3	Изменения липидного обмена	Максимов, 2015; Бойко и др., 2010; 2019	Барсуков, Шустов, 2004; Подзолков, 2016	Рукавишникова и др., 2012
4	Уменьшение эффекта инсулина и гипергликемия	Корнеева и др., 2015; Аверьянова и др., 2016	Барсуков, Шустов, 2004; Джанашия и др., 2007; Lambert, 2010; Rosendorff, 2013; Подзолков, 2016	Scaccianose, 1994; Нестерова и др., 2018
5	Увеличение содержания тиреоидных гормонов	Максимов, 2015;	Барсуков, Шустов, 2004; Скибицкий и др., 2016	Джанашия и др., 2007
6	Рост периферического сосудистого сопротивления	Борискин, 1973; Евдокимов и др., 2007; Бочаров, Дерновой, 2016	Барсуков, Шустов, 2004; Rosendorff, 2013; Подзолков, 2016	Kazuko et al., 2000
7	Рост содержания ионов Na ⁺	Никитин и др., 1991; Совершаева, 1996; Светличная, Воробьева, 2019	Барсуков, Шустов, 2004; Rosendorff, 2013; Подзолков, 2016	Джанашия и др., 2007
8	Гипокинезия	Гогин, 1998; Корнеева и др., 2015; Максимов, 2015	Григорьев, Федоров, 1996; Подзолков, 2016	Григорьев, Федоров, 1996; Сиротин и др., 2009
9	Увеличение массы тела	Турчинский, 1978; Корнеева и др., 2015	Jiang et al., 2000; Kazuko et al., 2000; Барсуков, Шустов, 2004; Джанашия и др., 2007; Подзолков, 2016	Бухарова, Романцова, 2007

Таким образом, исследователями определены разнообразные изменения уровня артериального давления (АД) у человека в условиях

холодного климата в разные сезоны. Диапазон изменений уровня АД колеблется от нормы до гипертензивных реакций, как в большом, так и в малом кругах кровообращения. В иностранной литературе достаточно подробно изучены годовые циклы артериального давления, их связь с температурой окружающей среды, атмосферным давлением, влажностью воздуха, геомагнитными колебаниями. В отечественной литературе исследована лишь сезонная (в отдельные месяцы) динамика показателей, что и определяет актуальность данного исследования. Сходство механизмов адаптации человека к Северу, возрастных изменений функционального состояния и патогенеза артериальной гипертензии приводит к более раннему возрастному ремоделированию сердечно-сосудистой системы и сокращению диапазона «норма»—«патология».

1.3.4 Легочное сердце как модель адаптации к Северу

Климато - географические условия вызывают формирование "легочного сердца" (ЛС). В литературе описаны первичная высокогорная (Миррахимов и др., 1976) и северная легочная гипертензии (Авцын и др., 1985).

Комитет экспертов ВОЗ в 1961 году определил ЛС как гипертрофию правого желудочка (ГПЖ), развившуюся вследствие заболеваний, первично поражающих функцию или структуру легких. В нашей стране наиболее принятым является определение, согласно которому ЛС - это дилатация и (или) гипертрофия правого сердца, возникшая в результате гипертензии малого круга кровообращения вследствие заболеваний легких, деформации грудной клетки или поражения легочных сосудов. Согласно критериям Нью-Йоркской кардиологической ассоциации, ЛС трактуется как сочетание

недостаточности правого желудочка и легочной гипертензии (Яковлев и др., 1990).

Высотная барометрическая гипоксия вызывала спазм артериального русла малого круга кровообращения (Меерсон, 1972). В опытах на собаках (Barman, 1998) выявлено, что, возможно, ингибирование K^+ каналов является ключевым событием, связывающим гипоксию с легочной вазоконстрикцией. Установлено, что легочная артериальная гипертензия способствовала увеличению перфузии легких, улучшая тем самым оксигенацию артериальной крови и уменьшая градиент кислорода между атмосферным воздухом и артериальной кровью (Меерсон, 1972).

Повышенный кислородный запрос организма на Севере реализовывался посредством интенсификации функций органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и крови. На ранних этапах адаптации к холоду относительный прирост объема вентиляции и кровотока в легких вел к перераспределению функциональной нагрузки между их нижними, средними и верхними отделами с большим использованием резервов средних и верхних отделов, что сопровождалось увеличением неравномерности вентиляционно-перфузионных соотношений. Эти нарушения корректировались универсальной реакцией - сокращением гладких мышц прекапиллярных кровеносных сосудов, мелких бронхов и бронхиол. Существенную роль в повышении тонуса мышечных артерий мог играть норадреналин, так как у северян увеличена продукция катехоламинов. То есть, умеренную легочную гипертензию у северян можно рассматривать как необходимый этап регуляции газообмена или защиты при снижении морфофункционального резерва легких. При длительном пребывании на Севере у практически здоровых людей снижался объемный кровоток в легочных капиллярах, усиливая тем самым гипертензионный эффект. Таким образом, условия Севера могли вызывать формирование ЛС и северной легочной гипертензии (Авцын и др., 1985).

Синдром легочной гипертензии являлся ведущим, часто определял возможности профилактических мероприятий, характер, объем лечения и тяжесть течения более чем 100 заболеваниях органов дыхания и кровообращения. В последнее время отмечено повышение частоты заболеваний с легочной гипертензией (хронические неспецифические заболевания легких, врожденные пороки сосудов и т.д.). При остroteкущих формах легочной гипертензии обычно нет трудностей распознавания ее природы, терапия острых форм хорошо разработана. При рациональной терапии доклиническая стадия ЛС обратима, а при сформировавшемся ЛС - мало эффективна, однако, отсутствие четких клинических и инструментальных критериев для ранней диагностики ЛС препятствует превентивному его лечению (Арсеньев, Школовой, 1989).

Если динамика артериального давления в большом круге кровообращения у жителей Севера разнообразна, то, исследуя малый круг кровообращения авторы (Милованов, 1981; Совершаева, 1983; Лабутин, 1991; Грибанов и др., 2001) упоминали, лишь о росте артериального давления. Учеными (Милованов, 1981; Авцын и др., 1985) была выдвинута гипотеза о дискордантном взаимодействии легочного и периферического кровообращения, которая объясняла появление гипо - и гипертензивной реакции у одного и того же индивидуума в зависимости от стадии адаптации.

У новоселов, проживших на Севере 3-5 месяцев, установлена достоверная гипотоническая реакция и максимальный размах функциональных "ножниц" между показателями легочного и периферического давления, который можно объяснить исходя из разгрузочного рефлекса В.В. Парина. В эксперименте В.В. Парин (Авцын и др., 1985) установил, что значительное увеличение давления в легочной артерии (до 60 мм рт. ст.) рефлексорно вызывает падение кровяного давления в периферических артериях, брадикардию и увеличение кровенаполнения - селезенки. В ответ на растяжение стенок правого желудочка замедляется ритм сердечных сокращений, снижается АД в большом круге

кровообращения и ОПСС. Холодовой бронхоспазм и перераспределение легочных объемов вызывали легочную гипертензию у новоселов, раздражая рецепторы легочных сосудов и резко увеличивая нагрузку на правый желудочек. Наступала рефлекторная дилатация периферических сосудов, что приводило к депонированию крови, и, следовательно, к уменьшению ее притока к правому желудочку. В условиях общего охлаждения нервнорефлекторная вазодилатация как бы конкурировала с первичной вазоспастической холодовой реакцией, поэтому у новоселов могли быть и гипо- и гипертензионные сдвиги (Авцын и др., 1985).

1.3.5 Влияние холодного климата на функцию сердечно-сосудистой системы

Многочисленные исследования (Boulay et al., 1999; Kleimenova et al., 2007; Gluszak et al., 2008; Takigawa et al., 2008; Rohit, 2015; Yang et al., 2017) продемонстрировали связь между сезонными изменениями погод и различными сердечно - сосудистыми расстройствами, такими, как тромбоз глубоких вен, легочная эмболия, расслоение аорты, инсульт, гипертония, застойная сердечная недостаточность, желудочковые аритмии, инфаркт миокарда и внезапная сердечная смерть. Обнаружено, что многие из этих заболеваний чаще встречаются зимой и имеют минимальные проявления патологии летом (Boulay et al., 1999; Kleimenova et al., 2007; Rohit, 2015; Yang et al., 2017).

У людей, живущих в холодном климате, найдены изменения функционального состояния организма, затрагивающие работу сердца и сосудов: гиперволемический характер процессов в малом круге (Черняев, 1988) и легочная гипертензия (Guenter et al., 1970; Милованов, 1977; Авцын и др., 1985; Тулекеев и др., 1998; Грибанов и др., 2001), тканевая гипоксия

(Мочалова, 1970; Слоним, 1984; Цирельников, 1997), фазовый синдром гиподинамии миокарда со снижением его контрактильной способности (Турчинский, 1978). Генез северной тканевой гипоксии сложен, до конца не изучен и, по представлению исследователей, может иметь несколько причин (Нагибович и др., 2016).

В опытах на животных показано (Арокина и др., 1999), что первичной причиной нарушения функции клетки при охлаждении организма считается накопление в ней ионов Ca^{2+} . Это происходит вследствие холодового нарушения синтеза аденозинтрифосфорной кислоты в клетке и недостатка энергии для транспорта избытка Ca^{2+} из цитозоля в межклеточную среду против градиента концентраций (Арокина и др., 1999).

Деряпа Н.П. и Венценосцев Б.Б. (1976) показали, что у полярников Антарктиды на протяжении зимовки ведущее значение имеют вегетативные влияния на сердечную деятельность. Изменения тонуса симпатической и парасимпатической нервной системы зависят от контрастного светового режима Антарктиды. У некоторых полярников возникали патологические изменения, вплоть до электрокардиографических признаков ишемической болезни сердца. Одними из причин, по мнению авторов (Деряпа, Венценосцев, 1976), являются погодные и гелиогеографические факторы.

Экспериментальные исследования показали, что изменения температуры могут влиять на сосудистую функцию, воздействуя на эндотелиальную синтазу оксида азота и биодоступность оксида азота. Выявлено, что у крыс острое и кратковременное воздействие повышенных температур окружающей среды увеличивает экспрессию синтазы эндотелиального оксида азота. И наоборот, повторное холодовое воздействие на крыс (4°C в течение 4-х часов в день в течение одной недели) приводило к развитию гипертонии и нарушения функции эндотелиального расширения сосудов в изолированных артериальных тканях (Fares, 2013).

Показано (Fares, 2013), что витамин Д увеличивается в течение весны и лета и постепенно снижается к осени и зиме. Предложено несколько

механизмов для объяснения связи между дефицитом витамина Д и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что $1.25(\text{OH})_2\text{D}$ непосредственно влияет на сердечную мышцу, контролирует секрецию паратиреоидных гормонов, регулирует систему ренин – ангиотензин – альдостерон и модулирует пролиферацию, воспаление и тромбоз (Fares, 2013).

Уменьшение воздействия солнечного света может привести к изменениям в сердечных ионных каналах, которые приводят к сокращению длительности потенциалов действия, что увеличивает риск повторных аритмий (Rohit, 2015). Дефицит витамина Д (Rohit, 2015), является потенциальным фактором риска для сердечно-сосудистых заболеваний, т.к. показано, что рецепторы витамина Д экспрессируются в различных тканях, включая кардиомиоциты, сосудистые гладкомышечные и эндотелиальные клетки (Gouni-Berthold et al., 2009). По данным A.Gluszak с соавторами (2009), исследовавшими 1475 человек (805 женщин и 670 мужчин), выявлено, что более высокая продолжительность светового дня снижает частоту возникновения фибрилляции предсердий.

Барометрическое давление может быть еще одним фактором, опосредующим эффекты сезонной вариации пароксизмальной фибрилляции предсердий (Rohit, 2015). Барометрическое давление, особенно фронты низкого давления, увеличивают риск возникновения пароксизмальной фибрилляции предсердий. Интересно, что риск максимален за 24-48 часов до фактического изменения барометрического давления. Время воздействия фронтов низкого давления на физиологические показатели может быть связано с изменениями электрического поля, которые происходят до прибытия атмосферного фронта (Rohit, 2015).

1.4 Сезонные климатические факторы и показатели электрокардиограммы у человека, риски сердечно-сосудистых заболеваний

Знание роли экологических и биологических факторов воздействия на сердечно – сосудистую систему может быть использовано для улучшения профилактических мер и стратегий в области образования и медицины, особенно у людей с риском заболевания (Fares, 2013).

На базе электрокардиологии развились такие отрасли как: традиционная электрокардиография; классическая электрофизиология, включающая внутри и внеклеточное исследование потенциалов; поверхностное картирование; клиническая электрофизиология; гисография; эндокардиальное и эпикардиальное картирование; электрокардиология водителя ритма; хирургия аритмий; катетерная деструкция; компьютерная стимуляция; математическое моделирование ЭКГ; компьютерное распознавание аритмий; автоматизированный Холтер-анализ; контроль ЭКГ по телефону (Voineau, 1988), электрокардиография высокого разрешения, электрофизиологическое ремоделирование миокарда, дисперсионное картирование. Исследованиями показано, что параметры ЭКГ меняются и под воздействием сезонных факторов внешней среды, причем эти изменения могут являться базой для запуска патологических реакций (аритмий, инфарктов, гипертрофии отделов сердца и т.д.). В годовом цикле изучение динамики ЭКГ у здоровых и больных отсутствует, что делает актуальным исследование динамики параметров классической ЭКГ и факторов влияющих на нее и может являться поводом для развития такой новой отрасли науки, как экологическая электрокардиология.

Сезонные климатические факторы. Погода является жизненно важным элементом, влияющим на функционирование человеческого организма (Gluszek et al., 2008; Sasonko et al., 2019). Особый интерес

представляют исследования биоритмов сердечно-сосудистой системы, прежде всего это связано с ее важной ролью в жизнедеятельности организма и широкой распространенностью сердечно – сосудистой патологии. Сердечно – сосудистая система одной из первых включается в реакцию адаптации к холодному климату. Факторы среды влияют на генез большинства электрокардиографических параметров (Тарасова, Грибанов, 1995). Многочисленные исследования (Boulay et al., 1999; Kleimenova et al., 2007; Gluszk et al., 2008; Takigawa et al., 2008; Rohit, 2015; Yang et al., 2017) продемонстрировали связь между сезонными изменениями погод и различными сердечно - сосудистыми расстройствами, такими, как тромбоз глубоких вен, легочная эмболия, расслоение аорты, инсульт, гипертония, застойная сердечная недостаточность, желудочковые аритмии, инфаркт миокарда и внезапная сердечная смерть. Обнаружено, что многие из этих заболеваний чаще встречаются зимой и имеют минимальные проявления патологии летом (Boulay et al., 1999; Kleimenova et al., 2007; Rohit, 2015; Yang et al., 2017).

К сезонным факторам риска сердечно-сосудистых заболеваний можно отнести: температуру, физическую активность, загрязнение воздуха, инфекции и пищевые привычки, колебания уровня фибриногена, холестерина, гормонов, вазоактивных веществ, включающих вазопрессин, норэпинефрин, адреналин, ангиотензин II, альдостерон и катехоламины, которые, как правило, повышаются зимой (Fares, 2013).

Электрокардиограмма. Описания ЭКГ жителей Севера не всегда сопровождалось сведениями о географической широте, где проводилось обследование, сезоне, стаже проживания на Севере, в подавляющем большинстве ЭКГ принадлежали лицам мужского пола.

Факторы среды влияли на генез большинства электрокардиографических параметров (Тарасова, Грибанов, 1995). Так проведен мониторинг влияния (Yae et al., 1995) средней температуры кожи и чувства комфорта на длительность интервала R-R ЭКГ и коэффициента его

вариации у 10 мужчин, находившихся в камере с температурой 20, 26 и 30°C при относительной влажности 50% в течение трех часов. Интервал R-R ЭКГ удлинялся при изменении температуры от 20 к 26°C. Коэффициент вариации интервала при 20°C был значительно выше, чем при 30°C. В целом интервал R-R ЭКГ и коэффициент его вариации могут рассматриваться как объективные критерии влияния на людей температуры окружающей среды (Yae et al., 1995).

В опытах на собаках при глубоком однократном общем охлаждении организма (Рубин, 1982) показано, что развитие гипотермии сопровождалось значительным изменением показателей электрокардиографической кривой. В конце эксперимента (при температуре тела 28°C) длительность интервала R-R ЭКГ увеличилась более, чем в 2.5 раза, интервал P-Q возрос с 0.09 до 0.12с, интервал Q-T – с 0.22 до 0.41с, длительность комплекса QRS составила 0.12с против 0.08с при нормотермии, иногда наблюдалось расщепление комплекса и смещение ST ниже изоэлектрической линии (Рубин, 1982).

Краниocereбральное охлаждение (Рубин, 1982) привело к несколько меньшему снижению температуры тела (на 8°C за два часа, при снижении температуры коры головного мозга на 17°C) (Рубин, 1982). Как и в случае общего охлаждения, краниocereбральная гипотермия сопровождалась возрастанием амплитуды зубцов ЭКГ, значительным увеличением длительности сердечного цикла. Форма электрокардиографической кривой большей частью не нарушалась, лишь в небольшом числе случаев наблюдалась аритмия и экстрасистолия (Рубин, 1982).

При обследовании методом поли- и кинетокардиографии мужчин, проживших более 3-5 лет в Магаданской области, получена функциональная характеристика сердца в стадии адаптированности. По увеличению периода напряжения правого желудочка, удлинению времени изгнания крови, быстрой наполнения желудочка и усилению систолы правого предсердия можно говорить о явном увеличении сократительной функции правого отдела сердца. В левом желудочке, напротив, выявлен синдром гиподинамии

- удлинение фазы асинхронного и изометрического сокращения, увеличение периода напряжения и ускорение изгнания крови на фоне повышения общего периферического сопротивления ее току. Следовательно, у адаптированных северян сократительная функция желудочков сердца различна по величине: явно усилена мощность сокращений правого отдела при некотором ослаблении мощности левого (Авцын и др., 1985).

Изучение ЭКГ у таймырских аборигенов – нганасан (обследован 151 человек: 69 мужчин и 82 женщины трех возрастных групп: 18-34, 35-54, 55 лет и старше) показало, что у 41 человека в зимний период наблюдалось увеличение амплитуды зубца Р. Сезонные изменения зубца Р в ЭКГ регистрировали чаще у лиц среднего и пожилого возраста (Турчинский, 1978). Обследование студентов Технического университета Архангельска выявило увеличение амплитуды зубца Р ЭКГ в декабре и мае и уменьшение – в феврале, зубцы Q ЭКГ были глубже в феврале – мае, R – выше в феврале и T – в мае (Шаренкова и др., 2000).

У полярников Антарктиды зимой в полярную ночь выявлено снижение амплитуды зубца Т и расположение сегмента ST ниже изолинии (Деряпа и др., 1975), удлиненный интервал P-Q (Деряпа и др., 1975; Деряпа, Рябинин, 1977), большая частота изменений в ЭКГ (31%). Весной, чаще, чем зимой, встречался сглаженный зубец Т (у 8% зимовщиков) и отрицательный зубец Т в отведениях V4 и V6 (Деряпа и др., 1975).

При обследовании 435 практически здоровых человек (к сожалению, не указан регион обследования) в возрасте 20-30 лет в разные сезоны, обнаружено два типа изменений ЭКГ: преобладание симпатической реакции (весной) и ваготоническая направленность сдвигов (зимой) (Савина и др., 1983). Симпатический эффект был зафиксирован в марте, максимум его проявлялся в апреле, что сопровождалось усилением геомагнитной активности. Ваготоническая реакция сердечно-сосудистой системы отчетливо прослеживалась в ноябре и феврале, когда электромагнитная активность значительно уменьшалась. Длительность электрической систолы

была наиболее короткой в апреле (0.356 ± 0.010 с) и длинной в ноябре (0.375 ± 0.070 с). Выявлена обратная корреляционная зависимость между среднемесячными амплитудами магнитной возмущенности и длительностью электрической систолы ($r = -0.530$, $p < 0.01$). Максимальные значения амплитуды зубцов Q, R, S и T в ЭКГ регистрировали в дни с минимальной магнитной активностью (апрель, ноябрь) (Савина и др., 1983).

У людей, живущих в холодном климате, большинство исследователей находили уменьшение ЧСС зимой (Деряпа и др., 1975; Шевченко и др., 1976; Деряпа, Рябинин, 1977; Рапопорт, 1979; Тимофеев и др., 1979; Андропова и др., 1982; Савина и др., 1983) и лишь некоторые авторы (Кандрор, 1968; 1980; Солонин, Варламова, 1991; Матыев и др., 1994; Солонин, 1995; Рощевский и др., 1995) регистрировали ее увеличение.

Зимой ЧСС у пришлого населения уменьшалась: у мужчин - на 12 уд/мин, у женщин - на 9 уд/мин (Тимофеев и др., 1979). В июле-августе в Антарктиде наблюдалось снижение ЧСС, стабильность рядов распределения, сниженная реактивность ритма и некоторая наклонность к понижению потребления кислорода. В апреле, сентябре и феврале ритмика пульса отличалась большим разбросом и реактивностью (Шевченко и др., 1976).

Весной часть исследователей, у северян обнаружила низкую ЧСС (Рапопорт, 1979; Андропова и др., 1982), некоторые (Савина и др., 1983) сообщили о росте показателя от марта к апрелю. При обследовании 435 практически здоровых человек в возрасте от 20 до 30 лет с октября по апрель симпатикотропный эффект был зафиксирован в марте, максимум его наблюдался в апреле и сопровождался повышением ЧСС с 72.3 ± 3.8 в марте до 74.7 ± 3.9 в апреле ($p < 0.01$) (Савина и др., 1983). Андропова Т.И. с соавторами (1982) показали, что ЧСС минимальна у здоровых мужчин и женщин в апреле в Архангельске и в январе в Амдерме. Летом исследователи (Деряпа и др., 1975; Деряпа и Рябинин, 1975; Шевченко и др., 1976; Андропова и др., 1982) отмечали рост ЧСС, в сравнении с холодным периодом года. Учащение ритма сердца во время полярного дня объясняли

преобладанием симпатического тонуса (Деряпа и др., 1975). Осенью некоторые авторы находили у северян высокую ЧСС (Рапопорт, 1979; Андропова и др., 1982), а часть (Савина и др., 1983) - регистрировали парасимпатический эффект.

Риски сердечно-сосудистых заболеваний. Фибрилляция предсердий является наиболее распространенной сердечной аритмией и отвечает за большинство госпитализаций (Rohit, 2015). Исследования, в которых анализировали связь между сезонами и возникновением пароксизмов фибрилляции предсердий в 91% случаев продемонстрировали наличие этой связи (Rohit, 2015). Все 10 из этих исследований выявили зимний пик и летний минимум пароксизмов. В 33% работ февраль и апрель были идентифицированы как пиковые месяцы, в 42% - июль, как месяц с минимумом пароксизмов (Rohit, 2015). Механизмы возникновения фибрилляции предсердий включают в себя предсердную эктопию, одиночные локализованные схемы повторного включения или множественные микрореактивные схемы, на которые может влиять генотип, ишемическая болезнь сердца и воспаление, гипертиреоз, обструктивное апноэ во сне, врожденная патология сердца (Rohit, 2015). В связи с тем, что фибрилляция предсердий встречается все чаще, крайне важно (Rohit, 2015) идентифицировать все потенциальные факторы риска. Поэтому S.L. Rohit (2015) был проведен обзор публикаций в базах PubMed, EBSCO и OVID и найдено 15 работ на английском языке, в которых исследованы сезонные факторы, оказывающие влияние на фибрилляцию предсердий. Выявлено (Rohit, 2015), что пароксизмальная фибрилляция предсердий наиболее часто встречается зимой и менее всего – летом. Предложено несколько механизмов (Rohit, 2015) для объяснения повышенного риска фибрилляции предсердий зимой: показано, что более низкие температуры усиливают симпатический эффект путем активации центральных ангиотензиновых или гипоталамических минералкортикоидных рецепторов. Кровяное давление может увеличиваться из-за более низких температур, что в конечном итоге

может привести к увеличению предсердного давления с последующим расширением предсердий и растяжением легочной вены, ведущим к инициации и распространению фибрилляции предсердий. Уровни эндотелина I, ренина и ангиотензина II могут увеличиваться из-за более низких температур, что может усилить аритмогенез. Низкие температуры могут вызвать ишемию предсердий и способствовать непереносимости глюкозы, что в свою очередь увеличивает риск фибрилляции предсердий (Rohit, 2015).

В работе Григорян С.В. с соавторами (2012) представлен ретроспективный 7-летний анализ возникновения эпизодов пароксизмальной формы фибрилляции предсердий у 106 больных в возрасте 61.3 ± 10.7 года. У 15 больных из 106 органической патологии сердца не наблюдалось. Полученные результаты свидетельствуют о том, что выявлены достоверные сезонные ритмы пароксизмов фибрилляции предсердий в зимний период с пиком в декабре-январе. Минимум эпизодов наблюдалось в летнее время, особенно в августе (Григорян и др., 2012). Группой авторов (Watanabe et al., 2007) зарегистрированы сезонные изменения при пароксизмальной фибрилляции предсердий на 24-часовой холтеровской электрокардиограмме. Идентифицировано 258 пароксизмальных эпизодов у 237 пациентов от 16 до 95 лет. Сезонные вариации ЭКГ анализировали как по месяцам, так и по сезонам. Выявлено, что частота пароксизмальной фибрилляции предсердий была самой высокой в сентябре и самой низкой в июне. Пациенты до 65 лет продемонстрировали максимальную заболеваемость в сентябре и минимальную в июне, тогда как пациенты старше 65 лет имели максимальный пик в декабре при минимальной заболеваемости в июне (Watanabe et al., 2007). Риск развития фибрилляции предсердий зимой, вероятно, связан с сезонными изменениями фибрина, фибриногена и фактора VII- одного из витамин-К-зависимых факторов нормальной человеческой плазмы, компонента системы свертывания крови, кроме того, низкие

температуры увеличивают количество эритроцитов и тромбоцитов, повышая вязкость крови и риск образования тромбов (Rohit, 2015).

Наблюдали (Watanabe et al., 2007) статистически значимую ($p < 0.05$) обратную зависимость между частотой пароксизмальной фибрилляции предсердий и продолжительностью дневного света у пациентов в возрасте от 16 до 65 лет с максимальной частотой проявления заболевания осенью и минимальной – летом (Watanabe et al., 2007).

Исследована связь между продолжительностью дня и появлением фибрилляции предсердий: в одной из работ выявлена сильная обратная корреляция для мужчин и женщин, во второй работе – только для женщин (Rohit, 2015). Продолжительность дня была предложена в качестве механизма для объяснения повышенного риска пароксизмальной фибрилляции предсердий зимой (Rohit, 2015). По предположению ряда авторов (Kleimenova et al., 2007) одной из возможных причин зимнего пика инфаркта миокарда является увеличение производства мелатонина зимой.

При рассмотрении сезонных закономерностей развития двенадцати сердечно-сосудистых заболеваний: тромбоза глубоких вен, легочной эмболии, диссекции и разрыва аорты, инсульта, внутримозгового кровоизлияния, гипертонии, сердечной недостаточности, стенокардии, инфаркта миокарда, внезапной сердечной смерти, венозной аритмии и фибрилляции предсердий выявлено (Fares, 2013), что существует явная сезонная тенденция этих заболеваний, причем наибольшая заболеваемость наблюдается в более холодные зимние месяцы во многих странах. Понимание влияния сезонных и других факторов важно при поиске эффективных мер общественного здравоохранения (Fares, 2013).

Таким образом, фоновое состояние сердечно-сосудистой системы жителей Севера имеет свои адаптивные особенности к холодному климату. Показан большой диапазон изменений в функционировании сердечно-сосудистой системы северян, протекающий фазно, но преимущественно в рамках физиологических вариантов приспособительного характера.

Проживание в холодном климате влияет на параметры ЭКГ и приводит со временем к формированию синдрома «легочное сердце» не достигающее в большинстве случаев клинически значимых величин. Анализ мировой литературы в подавляющем большинстве посвящен, в основном, заболеваемости сердечно-сосудистой системы, связанной с сезонами. Продемонстрирована связь некоторых характеристик электрокардиограммы в зависимости от сезонов года и вариантов погод у спортсменов, здоровых волонтеров и людей с различной сердечно-сосудистой патологией. Противоречивость данных о сезонной динамике показателей деятельности сердечно - сосудистой системы, скорее всего, обусловлена разной скоростью переходных процессов для отдельных параметров гемодинамики при смене погод и климата. Поэтому важно более детально анализировать ответные реакции организма в различных географических точках Севера, причем, в силу специфики реакций организма, отдельно у мужчин и женщин. Имеются единичные работы по климатическому воздействию на показатели ЭКГ практически здоровых людей, однако, сведения о динамике элементов ЭКГ в годовом цикле у практически здорового населения Европейского Севера отсутствуют, что сужает диагностическую базу в интерпретации ЭКГ и не позволяет разработать эффективные превентивные меры поддержки организма в неблагоприятные периоды года.

1.5 Спорт в условиях Севера

Занятие спортом, особенно, спортом высоких достижений на Севере сложнее, чем в комфортном климате, т.к. тренировочный процесс происходит на фоне адаптивных приспособлений организма человека к региону проживания, что делает более проблематичным использование

стандартных, не адаптированных к погодно-климатическим условиям тренировочных программ и достижение высокого спортивного результата.

1.5.1. Частота сердечных сокращений и тренировочные зоны у спортсменов

В современном спорте управление тренировочным процессом требует использования объективной срочной информации о физической работоспособности и подготовленности спортсмена (Карпман и др., 2012). Для этого рекомендовано проведение проб с физической нагрузкой для определения состояния спортсмена, что необходимо при планировании оптимальной тренировочной программы, снижении риска травм и болезней, продления спортивной жизни и достижения максимальных результатов (Швеллнус, 2011).

Непрерывный мониторинг кардиореспираторных показателей во время тестовых нагрузок на велоэргометре «до отказа» позволяет определить реальные пульсовые зоны ЧСС, оценить уровень физической работоспособности, адекватность тренировочного процесса и предложить корректирующие мероприятия, направленные на улучшение спортивной формы испытуемого. В основе распределения ЧСС на тренировочные зоны лежит величина максимальной ЧСС ($ЧСС_{max}$) (Ландырь и др., 2013). В современной классификации нагрузок по биоэнергетическим критериям выделяют пять основных зон (Ландырь и др., 2013; Поликарпочкин и др., 2014): аэробную (умеренной физической активности 50-60% от $ЧСС_{max}$), активации аэробных процессов (60-70% от $ЧСС_{max}$), устойчивого состояния - преимущественно аэробную с малой долей анаэробного энергообеспечения (70-80% от $ЧСС_{max}$), развития анаэробных возможностей (80-90% от $ЧСС_{max}$) и зону максимальной нагрузки с абсолютным преобладанием анаэробной продукции (90-100% от $ЧСС_{max}$).

Использование на практике пяти расчетных пульсовых зон не дает однозначного ответа о реальном тренировочном пульсе. Тренировки с использованием третьей зоны наиболее широко применяются в базовом периоде подготовки для развития специальной выносливости (Поликарпочкин и др., 2014).

Анаэробный порог является высоко воспроизводимым, точно измеряемым и безопасно достижимым параметром для не инвазивной оценки индивидуальной кардиопульмональной физической нагрузки (Wasserman et al., 1994). Успешность тренировочного процесса в значительной мере зависит от точности распределения ЧСС на тренировочные зоны (Ландырь и др., 2013).

Важным показателем аэробных возможностей организма является уровень порога анаэробного обмена (ПАНО), который отражает эффективность использования аэробного потенциала (Пучинский, Чиков, 2014). Это надежный физиологический показатель интенсивности тренировочной нагрузки квалифицированных спортсменов. Чем более тренирован спортсмен, тем выше анаэробный порог и он наступает при более высокой ЧСС (Астахов, Щеголев, 2015). Высокий уровень аэробной производительности позволяет спортсменам выполнять большой объем тренировочной нагрузки без накопления лактата и кислородного долга, что дает возможность выполнять работу с большей интенсивностью. К тому же, высокие аэробные возможности спортсмена позволяют ускорить восстановительные процессы, имеющие важное значение при необходимости принимать участие в очередных стартах через небольшой промежуток времени (Маженов и др., 2017).

Изучение физиологических характеристик спортсменов в циклических видах спорта показывает, что спортивный успех в наибольшей мере определяется такими параметрами, как экономичность использования кислорода, эффективность аэробного и анаэробного обмена, адаптация клеточных и биохимических компонентов к специфическим нагрузкам (Быков и др., 2018). Важность определения ПАНО заключается ещё и в том, что тренировочная и соревновательная деятельность в этой зоне может проходить несколько часов.

Известно, что лыжная трасса имеет определенные пропорции равнинных, горных и спусковых участков. Для лыжника-гонщика, периодически выполняющего высокоинтенсивную физическую нагрузку в ходе преодоления подъёмов и не менее важного скоростного спуска в период соревновательной деятельности, одним из главных факторов успешного выступления, не умаляя значимости максимального потребления кислорода (МПК), является и высокий уровень анаэробной работоспособности (Маженов и др., 2017).

О характере адаптации организма спортсмена к тренировочному процессу, его аэробных возможностях можно судить по изменениям показателей в зоне ПАНО: ЧСС, потребления кислорода (ПК), частоты дыхания (ЧД), минутном объеме дыхания (МОД) (Логинова и др., 2016). На сегодняшний день скорость передвижения, мощность работы и потребления кислорода на ПАНО являются одними из наиболее информативных характеристик нагрузок и работоспособности спортсмена (Маженов и др., 2017).

В работе Грушина А.А. с соавторами (2013) показано, что трудно обнаружить какие-либо связи между усредненной величиной МПК для команды, полученной в лабораторных тестах, и спортивной успешностью в данном сезоне. Наиболее высокий спортивный результат, достигнут на фоне низкого среднего уровня МПК, тогда как самые высокие величины МПК отмечаются в годы, когда команда не показывала наивысших результатов. Как следствие, мы видим слабую и недостоверную корреляционную связь между МПК и успешностью выступления команды (Грушин и др., 2013).

Совершенно иная картина в другом важнейшем показателе аэробной производительности – ПАНО. Хотя в условиях лабораторного тестирования этот показатель вел себя необычно и не показал высокой взаимосвязи с результатом теста, в данном случае он демонстрирует достаточно тесную взаимосвязь с успешностью выступления команды. Хотя здесь тоже нет однозначного сочетания самых высоких цифр ПАНО с высшими спортивными достижениями, однако в целом многолетний функциональный мониторинг

подтверждает большой вес этого показателя для формирования командного результата (Грушин и др., 2013).

В работе Грушина А.А. с соавторами (2018) были обнаружены очень высокие коэффициенты корреляции ($r=0.7-0.8$) показателей на ПАНО со спортивной результативностью в таких видах спорта, как велогонка, бег на длинные дистанции, гребля и конькобежный спорт. В циклических видах спорта, в частности в лыжных гонках, присутствует много факторов, стимулирующих активацию анаэробного метаболизма – значительная сумма перепадов высот на дистанциях, напряженная работа на подъемах, которая может составлять до 60% времени всей соревновательной деятельности, а также большое количество ускорений на дистанции (Грушин и др., 2018).

Обнаружено, что только у высококвалифицированных спортсменов, тренирующих аэробные возможности, существует достоверная отрицательная корреляция (r от -0.59 до -0.87) между финальной концентрацией лактата в крови при отказе от работы в тесте с повышающейся нагрузкой и величиной ПАНО. Одновременно для высококвалифицированных конькобежцев показано, что финальная концентрация лактата в крови при отказе от работы тем меньше, а ПК на уровне ПАНО тем больше, чем больше объем, занимаемый мышечными волокнами I типа в основной работающей мышечной группе ($r = -0.84$ и $r = 0.7$, соответственно) (Попов и др., 2010).

С ростом тренированности, как в годичном тренировочном цикле, так и от года к году, ПАНО увеличивается, что свидетельствует о росте аэробной работоспособности. В подтверждение этого найдена статистически значимая корреляция между ПАНО и спортивным результатом на длинных дистанциях (Попов и др., 2010). У наиболее подготовленных спортсменов, тренирующих аэробные возможности, при отказе от работы в тесте с повышающейся нагрузкой наблюдается более низкая концентрация лактата в крови, что может быть как следствием многолетней адаптации к тренировочным нагрузкам, так и следствием спортивного отбора. В результате трехмесячных

аэробных тренировок у спортсменов снижается финальная концентрация лактата в крови при отказе от работы с возрастающей нагрузкой и увеличивается потребление кислорода на ПАНО. Можно предположить, что у спортсменов, тренирующих аэробные возможности, значение закисления мышц как фактора, ограничивающего аэробную работоспособность, с ростом квалификации снижается (Попов и др., 2010).

Одним из важнейших условий функционирования органов и тканей организма является необходимость их непрерывного кислородного снабжения и удаления углекислоты. Это обеспечивается согласованной работой сердечно-сосудистой и дыхательной систем и объясняет использование понятия “кардиореспираторная система”. Сам объединяющий фактор формирования и регуляции кардиореспираторной системы продолжает оставаться предметом исследования. Отклонения давления крови и уровней содержания в ней углекислого газа и кислорода воспринимаются рецепторами рефлексогенных зон в области дуги аорты, разветвления сонных артерий, устьев вен у предсердий и в области ствола мозга, которые, действуя через нейронные сети, влияют на дыхательную и сердечно - сосудистую функции. При этом активируются как собственные рефлексy в кардиореспираторной системе, так и сопряженные с другими системами организма (Диверт и др., 2015).

Уровень физической нагрузки, соответствующий ПАНО, предполагает наибольшую степень мобилизации кислородтранспортной системы для удовлетворения пролонгированного метаболического запроса со стороны скелетной мускулатуры (Диверт и др., 2015). Исследования показывают, что при хеморецепторной тестовой стимуляции реактивность ответа по ритму сердца проявляется только при гипоксическом воздействии и составляет 35.6% от таковой при пролонгированном метаболическом запросе, инициируемом сократительной активностью скелетных мышц. При гиперкапническом воздействии значимых реакций ЧСС не выявляется. Для хеморецепторной реактивности легочной вентиляции – основного показателя

системы внешнего дыхания, наоборот, отмечается очень слабый ответ на гипоксическое воздействие (3%) и хорошо выраженный (на 46.7% от уровня ПАНО) – на гиперкапническое. Полученные данные позволяют заключить, что при избирательном раздражении хеморецепторов гипоксией или гиперкапнией функциональные ответы в кардиореспираторной системе достаточно четко дифференцируются с преобладанием либо кардиального, либо вентиляторного компонента (Диверт и др., 2015). Раздражение периферических хеморецепторов при пролонгированной плавно нарастающей ингаляционной гипоксии вызывает преимущественно кардиальную ответную реакцию. Избирательное раздражение хеморецепторов при ингаляционной нарастающей гиперкапнии в условиях повышенной концентрации кислорода, наоборот, вызывает преимущественно вентиляторный ответ системы внешнего дыхания (Диверт и др., 2015).

Одной из важнейших задач функциональной подготовки спортсменов является целенаправленное повышение экономичности функционирования тех физиологических систем организма, которые обуславливают и лимитируют специальную физическую работоспособность организма спортсменов (Быков и др., 2018). Установлено, что процесс формирования новых нейро-висцеральных взаимодействий, который происходит под влиянием индивидуального тренировочного процесса, отражается на реактивности сердечнососудистой и дыхательной систем организма в ответ на гипоксию. Полученные результаты свидетельствуют, что спортивные нагрузки формируют специфическую настройку механизмов хеморефлекторной регуляции кардиореспираторной системы (Кривошеков, Балиоз, 2014).

По результатам функциональной диагностики можно проследить фазы достижения, сохранения и временной утраты состояния спортивной формы спортсменов, что является ключевой задачей тренера и спортсмена для выхода на максимальные спортивные результаты к главным запланированным стартам сезона (Быков и др., 2018). Не всегда используемые программы тренировок

ведут к достижению оптимального спортивного результата. Так в работе Гарнова И.О. с соавторами (2018) показано, что лыжники-гонщики в соревновательный период, по сравнению с подготовительным, характеризовались снижением показателей аэробной производительности и функционирования кардиореспираторной системы на ПАНО, что отражает снижение работоспособности. Оценка баланса «стресс – восстановление» в спорте у лыжников-гонщиков выявила переутомление и недостаточное восстановления. По всей видимости, у лыжников-гонщиков в соревновательный период появлялись первые признаки перетренированности, связанные с напряжением регуляторных систем, что могло быть вызвано большим объемом нагрузок на фоне недовосстановления. Рекомендовано ввести дополнительные методы и средства восстановления в тренировочный процесс лыжников-гонщиков (Гарнов и др., 2018).

Спортсмены, тренирующиеся на открытом воздухе в условиях Севера, находятся в менее комфортных климатических условиях, что может влиять на достижение спортивного результата. Ранее неоднократно показано, что у жителей Севера в связи с широтой и усилением холодового фактора возрастает заболеваемость сердечно-сосудистой и дыхательной систем. А широтные влияния на сердечно-сосудистую заболеваемость сказываются в целом на уровне здоровья по данным статистики ряда стран мира (Солонин и др., 2018).

1.5.2. Предикторы завершения нагрузки «до отказа»

В современном спорте управление тренировочным процессом требует использования объективной срочной информации о физической работоспособности и подготовленности спортсмена (Карпман и др., 2012). Для этого рекомендовано проведение регулярных проб с физической

нагрузкой для определения состояния спортсмена необходимо при планировании оптимальной тренировочной программы, снижении риска травм и болезней, продления спортивной жизни и достижения максимальных результатов (Швеллнус, 2011). Физическая подготовленность спортсменов и состояние кардиореспираторной системы играют ведущие роли у лыжников - гонщиков в достижении высокого спортивного результата. Выполнение тестов до отказа у спортсменов необходимо для оценки уровня физической работоспособности и степени готовности кардиореспираторной системы к выполнению соревновательных нагрузок. Иногда при нагрузочном тестировании возможны синкопальные и другие, связанные с нарушением здоровья состояния, поэтому определение предикторов завершения нагрузки имеет большое практическое значение. В доступной литературе нами не встречен анализ кардиореспираторной функции в начале и конце последней минуты нагрузки до отказа, поэтому целью нашей работы было выявление ранних кардиореспираторных предикторов завершения теста с физической нагрузкой до отказа у лыжников.

Таким образом, показано, что достижение значимого спортивного результата в лыжных гонках является многофункциональной задачей, выполняемой на фоне не вполне благоприятных климатических условий, которые формируют адаптивный ответ организма человека, являющийся фоном на который накладывается тренировочный процесс. Для контроля спортивной формы величины тестовых показателей на уровне ПАНО играют даже более значимую роль, чем МПК. Усредненные объемы скоростно-силовой подготовки, выполняемые женской сборной командой России в годичных микроциклах 1994-1998 годов, представлены в литературе (Грушин и др., 2018), однако значения кардиореспираторных показателей в зоне ПАНО у лыжников-гонщиков в разные месяцы годичного тренировочного цикла, как и предикторы завершения нагрузки «до отказа», которые можно отследить за одну минуту до прекращения теста до сих пор отсутствует, что делает актуальным проведенное исследование.

ГЛАВА 2 МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Контингент, принявший участие в исследованиях

В зависимости от поставленных задач были изучены практически здоровые лица мужского и женского пола, не имеющие хронических и на момент обследования острых заболеваний – представители профессионально однородных организованных контингентов, которые ежегодно проходили профилактический медицинский осмотр. Всеми лицами, участвующими в обследовании были подписаны информированные согласия. Характеристика обследованного контингента представлена в таблице 2.

Годовые и сезонные циклы кардиореспираторной функции у лиц, не занимающихся спортом, изучены:

У мужчин (группа I) в возрасте 18 лет–22 года, представителей однородного профессионального коллектива, ФВД и АД в годовом цикле определены ежемесячно с ноября 2004 по октябрь 2005 годов. Мужчины, приехавшие из северных регионов Европейской части России, проживали в Сыктывкаре от полугода до двух лет и были заняты физическим трудом на открытом воздухе (класс тяжести труда 3, напряженности 2). Не курящими были 39% мужчин, 61% мужчин выкуривали от 8 до 10 сигарет в день. База данных годового цикла ФВД у мужчин защищена авторским свидетельством (Варламова, 2013).

У женщин (группа II) профессионально однородного коллектива в возрасте 20-59 лет, АД и ЭКГ в годовом цикле определены с декабря 2003 по декабрь 2004 годов и диагностика легочного сердца (ЛС) (группа III) с декабря 2003 по июль 2004 года. Ежедневно измеряли АД и один раз в месяц регистрировали ФВД, ЭКГ и рассчитывали баллы ЛС. Женщины проживали в Сыктывкаре практически с рождения и были заняты в помещении

Таблица 2 – Характеристика обследованного контингента

Наименование исследования, (номер группы)	Возраст, лет (X±SD)	Рост, см (X±SD)	Масса тела, кг (X±SD)	Количество	
				Человек	обследований
Годовые и сезонные циклы кардиореспираторной функции у лиц, не занимающихся спортом					
Функция внешнего дыхания, годовой цикл, мужчины (I)	19.0±0.9	175.5±5.6	69.9±6.0	42	319
Артериальное давление, годовой цикл, мужчины (I)	19.0±0.9	175.7±5.6	69.9±5.8	41	319
Артериальное давление, годовой цикл, женщины (II)	40.9±2.1	162.2±6.9	63.7±9.2	25	11823
Электрокардиограмма, годовой цикл, женщины (II)	40.9±2.1	162.2±6.9	63.7±9.2	25	3941
Легочное сердце, сезоны, женщины (III)	43.8±10.3	164.8±5.9	70.3±10.2	24	109
Функция внешнего дыхания в тепле и на холоде, мужчины (IV)	20.5±2.5	175.1±5.5	69.5±8.0	25	25
Функция внешнего дыхания в тепле и на холоде, женщины (V)	21.1±4.7	164.0±6.0	57.9±10.6	20	20
Кардиореспираторная функция у спортсменов					
Функция внешнего дыхания, годовой цикл, лыжники – гонщики (VI)	20.2±4.7-старое	175.9±5.1	69.4±5.5	197	404
Частота сердечных сокращений на пороге анаэробного обмена, годовой цикл, лыжники-гонщики (VII)	19.7±3.9	176.8±4.8	69.2±4.8	49	300
Предикторы прекращения нагрузки «до отказа», лыжники – гонщики (VIII)	23.1±3.3	179.3±4.1	69.9±5.8	13	27
Количество человек n= 461, число обследований n=17287					

умственным трудом (тяжесть труда 1, напряженность 2). При формировании группы женщин проведен сбор анамнеза и анализ медицинских карт. Учитывали медицинскую и лекарственную истории, традиционные факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний. Никто из членов группы не состоял на учете у врача по поводу каких-либо заболеваний, не имел хронических заболеваний и в дни измерения АД, ФВД, ЭКГ не имел острых заболеваний. Постоянного приема лекарственных препаратов, включая оральные контрацептивы, не было ни у кого. Применение назальных деконгестантов было короткими курсами 3-5 дней в период заболевания гриппом и ОРЗ в

условиях домашнего режима и отсутствия регистрации АД, ФВД, ЭКГ в эти дни. Среди женщин не выявлено приверженцев курения, избыточного употребления чая, кофе, спиртных напитков, увлечения соленьями и бессолевой диетой. На базу данных годового цикла АД у женщин получено авторское свидетельство (Варламова, 2016).

У 25 мужчин (группа IV) и 20 женщин (группа V), учащихся первого-третьего курса ВУЗа Сыктывкара ФВД измеряли в тепле (при комнатной температуре) и после 15 минут нахождения на холоде в привычной одежде (в климатической камере) в декабре, январе и феврале 2011 и 2012 годов. Температура воздуха на улице при обследовании мужчин была $-17.2 \pm 6.4^{\circ}\text{C}$, при обследовании женщин $-13.5 \pm 8.0^{\circ}\text{C}$. В климатической камере температуры составляли, соответственно, $-6.2 \pm 3.3^{\circ}\text{C}$ и $-4.7 \pm 7.8^{\circ}\text{C}$ и в момент обследования как мужчин, так и женщин статистически не различалась. Диапазон температур при дыхании холодным воздухом колебался от 0 до -14°C .

У лыжников – гонщиков Республики Коми (62°с.ш.) в годовом цикле с 2013 по 2019 годы изучена ФВД (группа VI), ЧСС на пороге анаэробного обмена (ПАНО) (группа VII). Предикторы прекращения нагрузки «до отказа» на велоэргометре в июне, сентябре и октябре 2013 года (группа VIII). Спортсмены были членами сборных команд Республики Коми (РК) и России, имели первый разряд, были кандидатами и мастерами спорта. На базу данных спортсменов получено авторское свидетельство (Есева и др., 2020).

2.2 Методы исследования

В нашей стране наибольшее распространение получила классификация климата Б.П. Алисова, который предложил выделять семь климатических поясов: четыре основных (полярный, умеренный, тропический, экваториальный) и три переходных (субарктический и субантарктический,

субтропический, субэкваториальный) (Алисов, Полтараус, 1974). Исследование выполнено на территории РК, которая находится в субарктическом и умеренном климатическом поясах. Близость Северного Ледовитого и Атлантического океанов, разнообразие орографии и наличие на востоке природного барьера в виде Уральских гор, обуславливают умеренно-континентальный климат, значительно отличающийся от климата остальной территории Европы. Степень суровости и континентальности климата возрастает с Юго-Запада на Северо-Восток. По погодным условиям РК относится к дискомфортным климатическим зонам Европейского Севера (Атлас Республики Коми..., 1997). Климатические характеристики РК представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Климатические характеристики Республики Коми (Атлас Республики Коми..., 1997).

Фактор	Северо-Восток	Юг
Холодный период, дни	230 - 250	170 - 180
Период устойчивых морозов, дни	210	140
Средняя температура января, °С	-20.4	-14.3
Минимальная температура, °С	-55	-45
Теплый период (лето), дни	30 - 40	100
Средняя температура июля, °С	11.7	16.8
Максимальная температура, °С	30	36

Согласно Всемирной системе координат WGS 84 Сыктывкар расположен на 61°41'с.ш., 50°49' в.д. Высота относительного условного уровня моря по цифровой модели высот GTOPO30 составляет 150 м. По Постановлению Совмина СССР от 03.01.1983 №12 (ред. от 27.02.2018) Сыктывкар приравнен к районам Крайнего Севера.

Рост и массу тела определяли с помощью медицинского весоростомера (Россия), который проходил государственную поверку один раз в два года.

Измерение АД у женщин выполнены на левой руке тоекратно с интервалом в 30-60 секунд, в офисе после пятиминутного отдыха, сидя в удобной позе, один раз в сутки примерно в одно и то же время (10.4 ± 1.8 часа).

У мужчин измерение АД выполнено при тех же условиях, что и у женщин, но один раз в месяц. При выполнении нагрузок «до отказа» на велоэргометре АД измеряли на правой руке в покое лежа, сидя, при педалировании без нагрузки, в конце каждой нагрузки и на первой, третьей, пятой минутах восстановления однократно методом Короткова с помощью механического прибора ВР АГ1-30В (Microlife, Швейцария). Прибор для измерения АД проходил государственную поверку ежегодно. Тоны Короткова выслушивали стетофонендоскопом СТФ-03. Метод измерения АД был стандартным (Абрамов, 1986). На базу данных «Годовой цикл артериального давления и частоты сердечных сокращений у женщин 20-59 лет Европейского Севера» получено свидетельство о государственной регистрации (Варламова, 2016).

Функцию внешнего дыхания определяли на микропроцессорном спирографе СПМ-01-«Р-Д» (Россия) в положении сидя, придерживаясь рекомендаций Европейского респираторного и Американского торакального обществ (Miller et al., 2005; Pellegrino et al., 2005).

Прибор сертифицирован. Программный пакет спирографа СПМ-01-«Р-Д» обеспечивал приведение измеренных и вычисленных объемных и скоростных показателей к стандартным газовым условиям (BTPS: температура тела 37°C, реальное атмосферное давление, 100% влажность воздуха). Для изучения ФВД использованы тесты: минутного объема дыхания (МОД), жизненной емкости легких (ЖЕЛ), форсированной жизненной емкости (ФЖЕЛ). В годовых циклах у мужчин и женщин, в тепле и на холоде у мужчин и женщин изучены: дыхательный объем (ДО), частота дыхания (ЧД), минутный объем дыхания (МОД), жизненная (ЖЕЛ) и форсированная жизненная (ФЖЕЛ) емкости легких, резервные объемы вдоха (РОВд) и выдоха (РОВыд), объемы форсированного выдоха за первые

полсекунды (ОФВ0.5) и секунду (ОФВ1), индекс Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛ), пиковая объемная скорость (ПОС) - максимальная скорость потока воздуха, достигаемая в процессе форсированного выдоха; МОС25, МОС50, МОС75 – мгновенные объемные скорости в момент выдоха 25, 50 и 75% ФЖЕЛ; СОС25-75 – средняя объемная скорость вдоха, определяемая в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ; ТПОС – время достижения пиковой объемной скорости; ТФЖЕЛ – время форсированного выдоха. Программный пакет спирографа СПМ-01-«Р-Д» обеспечивал определение должных величин с учетом пола, возраста, роста и массы тела (Спирограф микропроцессорный..., 2002). На базу данных «Годовой цикл показателей функции внешнего дыхания у человека» получено свидетельство о государственной регистрации (Варламова, 2013).

Оценка респираторных показателей в ранних исследованиях (до 2005 г.) определена с помощью автоматизированной системы СОФИД (Россия), с анализом выдыхаемого воздуха на содержание O₂ и CO₂ (газоанализаторы ПКГ-06 и ИГМ-014, производства «Инсофт», Россия, калиброванные прибором Холдена ГВВ-2-10, с расчетом через аналого-цифровой преобразователь потребления кислорода (ПК) и коэффициента использования кислорода (КИО₂). Измеренные показатели ПК и КИО₂ приведены к условиям STPD (температура 0°C, атмосферное давление 760 мм рт.ст. и полное отсутствие паров воды).

Электрокардиография. Для изучения функционального состояния сердечной мышцы использовали метод электрокардиографии в 12 общепринятых отведениях и дополнительно в отведении III в момент вдоха (IIIвд). Для регистрации ЭКГ применяли одноканальный электрокардиограф ЭК1Т-03М2 (Россия) с перьевой записью на теплочувствительной диаграммной ленте ТИП-4 (ТУ 29-01-59-83) при скорости движения носителя записи 50 мм/с и чувствительности 10 мм/мВ. В начале и конце изучения годового цикла ЭКГ проверяли ошибку скорости движения носителя записи электрокардиографа, которую учитывали при обработке результатов. Скорость

определяли трижды по расстоянию, пройденному лентой ЭКГ за 30 с (секундомером "Агат" 4295В, ГОСТ 5072-79, со средней ошибкой за 60 минут $+1.10$ мин), вычисляли среднее значение и погрешность. Ошибка скорости движения носителя записи составила $+0.6\%$, что соответствовало паспортным данным (не более $+5\%$).

Запись ЭКГ проводили в лабораторных условиях при комнатной температуре $19-23^{\circ}\text{C}$ в положении испытуемых лежа после пятиминутного отдыха при спокойном дыхании в 12 отведениях: стандартных по Эйнтховену (I, II, III), усиленных от конечностей по Гольдбергеру (aVR , aVL , aVF), грудных по Вильсону ($V1-6$). Электроды накладывали на конечности и грудную клетку по общепринятым правилам (Дощицин, 1987).

При обработке индивидуальных ЭКГ учитывали поправку на ошибку контрольного милливольта, определяемую с помощью ЭКГ - линейки. Ошибка контрольного милливольта для электрокардиографа ЭК1Т-03М2 была близка к нулю. Определение амплитуды зубцов P, Q, R, S, T, сегмента ST, длительности интервала и сегмента P-Q, сегмента S-T, интервалов Q-T и R-R, комплекса QRS проведены во всех отведениях ЭКГ согласно схеме (Дощицин, 1987) и придерживаясь правил, изложенных в работе З.И. Янушкевичуса с соавторами (1990). Ручные промеры выполнены с помощью ЭКГ - линейки для измерения и оценки электрокардиограмм с ценой деления 1 мм фирмы "HENRICH MACK NACHF". Точность измерения амплитудно-временных характеристик ЭКГ составила около 0.3 мм. Электрическую ось сердца (ЭОС) определяли по амплитуде комплексов QRS в I и III отведениях (Акулова, 1986).

Расчет баллов и процентов «легочного сердца» выполнен по предложенному диагностическому алгоритму (Варламова, Евдокимов, 2003; Varlamova et al., 2003; Варламова и др., 2012).

Метеочувствительность. Данные метеорологических параметров для изучения метеочувствительности: атмосферных температуры ($T_{\text{атм}}$) и давления ($P_{\text{атм}}$), их суточных вариаций ($dT_{\text{атм}}$ и $dP_{\text{атм}}$), относительной влажности воздуха (RH), парциального содержания кислорода в воздухе

(PO₂), взяты на сайте <http://meteo.infospace.ru/>. Уровень планетарной геомагнитной активности (Kp индекс) предоставлен с сайта ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/stp/geomagnetic_data/indices/kp_ap. В расчетах использованы среднесуточные значения, полученные вычислением среднего арифметического восьми трехчасовых показателей.

Тест «до отказа». Лыжники-гонщики выполняли тест «до отказа» (Бутулов и др., 2004) на велоэргометре с использованием эргоспирометрической системы «Oxicon Pro» (Erich Jaeger, Германия) в режиме «breath by breath» с усреднением показателей по 15-ти секундным отрезкам. Система «Oxicon Pro» (Erich Jaeger) сертифицирована. У обследуемых спортсменов в покое сидя, в начале и конце последней минуты нагрузки «до отказа» определяли следующие респираторные и гемодинамические параметры: дыхательный (ДО) и минутный объемы дыхания (МОД), частоту дыхания (ЧД), потребление кислорода (ПК), выделение углекислого газа (ВУГ), дыхательный коэффициент (ДК), коэффициент использования кислорода, (КИО₂), частоту сердечных сокращений (ЧСС), сатурацию крови, кислородный пульс (КП), мощность выполненной нагрузки «до отказа» и максимальное потребление кислорода (МПК). Рассчитывали МПК на кг массы тела (МПК/кг).

Определение тренировочных зон у лыжников - гонщиков. Нами (Бойко и др., 2015; Есева и др., 2018) разработана форма представления результатов и компьютерная программа “Форма выдачи результатов обследования спортсменов на системе OxiconPro при тестировании «до отказа»” (Бойко и др., 2015), которая использована для определения тренировочных зон, автоматизировала процесс оформления результатов обследования и применена при написании раздела работы: тесты «до отказа» у лыжников – гонщиков.

Форма представления результатов (Приложение 1) состоит из пяти блоков. Первый блок включает анкетные данные обследуемого (фамилия, имя, отчество, пол, возраст, масса тела), информацию о дате и времени

выполнения теста «до отказа», его длительности и мощности нагрузки, значение МПК и его расчетную величину на единицу массы тела.

Второй блок содержит показатели АД и ЧСС в покое, во время выполнения теста и на 5-й мин. восстановления. Значения лактата, САД и ДАД вводятся вручную с помощью подпрограммы, встроенной в «Форму выдачи...».

Третий блок демонстрирует индивидуальные характеристики ПАНО: здесь отображаются данные по потреблению O₂, ЧСС и мощности работы из файла «Report.xls», значение лактата при ПАНО.

Четвертый блок разделен на зоны, соответствующие классификации тренировочных нагрузок, принятых в спортивной практике, рассчитанные по процентам от максимальной ЧСС: аэробные (начальная (50–60%), разминочно-восстановительная (60–70%), тренирующая (70–80%)) и анаэробные (тренирующая (80–90%) и соревновательная (90–100%)). Максимальная ЧСС вычислена по методу М.Карвонена: «220 – возраст» (She et al., 2017). В основе распределения на тренировочные зоны лежит процент максимальной ЧСС: 50–60, 61–70, 71–80, 81–90, 91–100%.

В каждой зоне выводятся сведения об индивидуальной расчетной и фактической ЧСС, потреблении O₂ из файла «Report.xls». Далее программа формирует заключение (пятый блок) о типе реагирования на физическую нагрузку «до отказа» (нормотонический, гипертонический, гипотонический, дистонический) и уровне восстановления после нее САД, ДАД и ЧСС.

Таким образом, компьютерная программа «Форма выдачи...» определяет расчетные показатели и организует их в разработанный протокол (Есева и др., 2018), который выдается спортсмену в конце обследования и в дальнейшем использована для создания баз данных по годовым циклам ФВД, ЧСС на ПАНО и предикторам завершения теста «до отказа». Важнейшим итогом нашего исследования является создание простого и понятного для спортсменов и тренеров инструмента контроля порога ПАНО и зон работоспособности в динамике тренировочного процесса.

2.3 Статистическая обработка результатов

Результаты обработаны статистически с расчетом средних значений, стандартных отклонений, ошибки, эксцесса, скоса методом однофакторного дисперсионного анализа (критерий Фишера), критерия Стьюдента и критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони (Лакин, 1980; Гланц, 1999) с помощью прикладного пакета программ Microsoft Office Excel 2003, 2010 и «Биостат» (версия 4.03).

Статистическая обработка результатов по метеочувствительности у женщин выполнена д.ф-м.наук Т.А. Зенченко в программной среде Матлаб R2010a («Matrix Laboratory» с помощью пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений). Проведен анализ как среднегрупповых, так и индивидуальных значений АД каждого члена группы и комбинированной метеочувствительности. Чтобы избежать влияния формы выборочных распределений, отличных от нормального, для оценки степени статистической связи между временными рядами индивидуальных значений физиологических показателей и синхронными им величинами метеопараметров был использован корреляционный анализ с расчетом рангового коэффициента корреляции Спирмена и его статистической значимости.

В таблицах представлены результаты $X \pm SD$, на рисунках - $X \pm M$. Уровень достоверности статистических различий выбран $p < 0.05-0.001$.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Объемные характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле

Объемные характеристики ФВД у мужчин группы I в годовом цикле представлены в таблицах 4 и 5.

Дыхательный объем. У мужчин группы I ДО статистически значимо ($p < 0.01$) различался в годовом цикле и в среднем составил 894 ± 195 мл (табл. 4).

Максимальный ДО у мужчин зарегистрирован в октябре, и он был больше ($p < 0.001$), чем в июне и декабре. У молодых мужчин различия между наибольшим и наименьшим значением ДО составили 232 мл. Если принять максимальное ежемесячное значение ДО за 100%, то годовой дрейф показателя составил 26.1%. Влияние месяца исследования, как фактора, на величину ДО 9.9% ($p < 0.05$).

Минутный объем дыхания у мужчин группы I в среднем за период наблюдения составил 14.6 ± 3.3 л/мин и в годовом цикле различался ($p < 0.001$) (табл.4). Наибольшие значения МОД зарегистрированы в октябре, а наименьшие – в декабре. Разница между показателями составила 3.9 л/мин (24.3%). Статистически значимые ($p < 0.05$) различия по t-критерию с поправкой Бонферрони выявлены между значением МОД в октябре и его величинами в феврале, июне, августе и декабре. Влияние месяца обследования, как фактора, на МОД у молодых мужчин достоверна ($p < 0.05$) и составляет 12.6%.

Жизненная емкость легких. Среднегодовое значение ЖЕЛ у мужчин группы I составило 5.56 ± 1.63 л и большинство ежемесячных вариантов показателя имело статистически значимые различия друг с другом (табл.4).

Таблица 4 - Дыхательный и минутный объемы дыхания, жизненная и форсированная жизненная емкости легких у мужчин (группа I) в годовом цикле ($X \pm SD$ (n))

Месяцы (номер месяца)	Дыхательный объем, мл ##	Минутный объем дыхания, л/мин ###	Жизненная емкость легких, л ###	Форсированная жизненная емкость легких, л ###
Январь (1)	886 $\pm$ 160 (34)	14.7 $\pm$ 3.2 (34)	5.53 $\pm$ 0.83 (34) &4,12	4.82 $\pm$ 0.72 (34)
Февраль (2)	911 $\pm$ 207 (28)	16.1 $\pm$ 3.9 (28) &12	5.64 $\pm$ 0.56 (28) &7-9	4.70 $\pm$ 0.70 (28)
Март (3)	982 $\pm$ 196 (13)	15.7 $\pm$ 2.6 (13)	5.85 $\pm$ 0.67(13) &6-9	4.84 $\pm$ 0.53 (13)
Апрель (4)	1001 $\pm$ 255 (24) &6	15.5 $\pm$ 3.4 (24)	6.07 $\pm$ 1.09 (24) &6-9; ***9	5.08 $\pm$ 1.05(24) &9; ***9
Май (5)	851 $\pm$ 141 (15)	14.0 $\pm$ 2.5 (15)	5.36 $\pm$ 0.84 (15) &4,12	4.39 $\pm$ 0.94 (15)
Июнь (6)	798 $\pm$ 184 (18) &10; ***10	13.4 $\pm$ 3.4 (19) &10	5.28 $\pm$ 0.73 (19) &4	4.61 $\pm$ 0.51 (19)
Июль (7)	877 $\pm$ 183 (19)	14.5 $\pm$ 3.7 (19)	5.23 $\pm$ 0.44 (19) &4,12	4.33 $\pm$ 0.42 (19)
Август (8)	844 $\pm$ 227 (24)	13.3 $\pm$ 3.0 (24) &10	5.12 $\pm$ 0.64 (24) &4,12	4.39 $\pm$ 0.59 (24)
Сентябрь (9)	848 $\pm$ 150 (23)	14.6 $\pm$ 3.5 (23)	5.03 $\pm$ 0.53 (22) &4,12; ***4	4.13 $\pm$ 0.47 (22) &4,11-12; ***4
Октябрь (10)	1030 $\pm$ 195 (22) &6,12; ***6	17.0 $\pm$ 3.2 (22) &6,8,12; ***12	5.49 $\pm$ 0.77 (22) &4,12	4.64 $\pm$ 0.56 (22)
Ноябрь (11)	888 $\pm$ 194 (33)	14.0 $\pm$ 3.3 (33)	5.80 $\pm$ 0.81 (33) &6-9	4.93 $\pm$ 0.69 (33) &9
Декабрь (12)	842 $\pm$ 222 (32) &10	13.1 $\pm$ 3.0 (32) &2,10; ***10	5.97 $\pm$ 0.66 (32) &7-9	5.07 $\pm$ 1.01 (32) &9

Примечание: ## - $p < 0.01$, ### - $p < 0.001$ (F – критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы, с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

Максимальная ЖЕЛ выявлена в апреле, минимальная - в сентябре, различия между величинами составили 1.04 л (14.5%). У обследованного контингента ЖЕЛ в апреле больше ($p < 0.05$), чем в январе, мае-октябре, а в сентябре меньше чем в феврале-апреле, ноябре и декабре. Комплекс климатических факторов оказывал наибольшее ($p < 0.01$) влияние (15.7%) на ЖЕЛ, по сравнению с другими показателями ФВД.

Форсированная жизненная емкость легких у мужчин группы I в среднем равнялась 4.70 ± 0.70 л и в годовом цикле различалась ($p < 0.001$) (табл.4). Наибольшее среднемесячное значение ФЖЕЛ у мужчин выявлено в апреле, наименьшее – в сентябре; разница составила 0.85 л (18.7%). У мужчин ФЖЕЛ в декабре больше, чем в сентябре, а в сентябре - меньше, чем в апреле, ноябре и декабре. Выявлена статистически достоверная ($p < 0.01$) зависимость ФЖЕЛ у мужчин от месяца обследования, составляющая 15.5%.

Резервный объем вдоха у мужчин группы I в среднем равнялся 1.68 ± 0.91 л, и в годовом цикле различался ($p < 0.01$) (табл.5). Наибольшее среднемесячное значение РОвд характерно для апреля, наименьшее – для сентября, разница составила 0.98 л (56.8%). ($p < 0.001$). Влияние сезона, как фактора, на РОвд у мужчин 9.8% ($p < 0.01$).

Резервный объем выдоха у обследованных мужчин группы I в среднем составил 2.54 ± 1.22 л. Максимальное значение показателя характерно для декабря, минимальное – для октября, разница составила 0.60 л (20.0%). В годовом цикле РОвд не имел статистически значимых различий по F и t критериям.

Объем форсированного выдоха за первые полсекунды (ОФВ0.5) у мужчин группы I в среднем равнялся 2.70 ± 1.01 л и не имел статистически достоверных различий в годовом цикле (табл. 5). Наибольший ОФВ0.5 у мужчин был характерен для ноября, наименьший – для мая, годовые колебания показателя составили 0.84 л (27.7%). Влияние климатических условий, как фактора, на ОФВ0.5 у мужчин статистически достоверно ($p < 0.05$) и составило 7.5%.

Объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1). У мужчин группы I ОФВ1 в среднем за год составил 4.16 ± 0.76 л и различался в годовом цикле ($p < 0.01$). Ежемесячные его варианты в апреле, сентябре и декабре имели достоверные ($p < 0.05$) различия друг с другом. Максимальный

Таблица 5 - Резервный объем вдоха и выдоха, объем форсированного выдоха за первые полсекунды и секунду, индекс Тиффно у мужчин (группа I) в годовом цикле ($X \pm SD$, n)

Месяцы (номер месяца)	Резервный объем вдоха, л ##	Резервный объем выдоха, л	Объем фор- сированного выдоха за 0.5 секунд, л	Объем фор- сированного выдоха за 1 секунду, л ##	Индекс Тиффно
Январь (1)	1.46 $\pm$ 0.85, 31	2.63 $\pm$ 1.40, 34	2.92 $\pm$ 0.95, 21	4.15 $\pm$ 1.01, 34	76.4 $\pm$ 15.5, 34
Февраль (2)	1.88 $\pm$ 0.97, 28	2.42 $\pm$ 1.39, 28	2.37 $\pm$ 1.37, 28	4.14 $\pm$ 0.62, 28	73.9 $\pm$ 12.2, 28
Март (3)	1.51 $\pm$ 0.60, 13	2.81 $\pm$ 1.07, 13	2.71 $\pm$ 1.18, 13	4.39 $\pm$ 0.38, 13	76.0 $\pm$ 8.5, 13
Апрель (4)	2.19 $\pm$ 1.13, 23 &9; ***9	2.58 $\pm$ 0.95, 24	2.85 $\pm$ 1.09, 23	4.46 $\pm$ 0.78, 24 &9	72.9 $\pm$ 8.5, 22
Май (5)	1.38 $\pm$ 0.87, 15	2.41 $\pm$ 1.05, 15	2.19 $\pm$ 1.07, 15 **11	3.96 $\pm$ 0.61, 15	74.5 $\pm$ 8.0, 15
Июнь (6)	1.73 $\pm$ 0.96, 19	2.38 $\pm$ 1.16, 19	2.60 $\pm$ 0.97, 19	4.09 $\pm$ 0.45, 19	78.3 $\pm$ 8.6, 19
Июль (7)	1.43 $\pm$ 0.90, 19	2.56 $\pm$ 0.99, 19	2.59 $\pm$ 0.83, 19	3.97 $\pm$ 0.41, 19	76.2 $\pm$ 7.5, 19
Август (8)	1.28 $\pm$ 0.69, 23	2.74 $\pm$ 0.97, 24	2.67 $\pm$ 0.76, 23	3.92 $\pm$ 0.70, 24	76.9 $\pm$ 13.0, 24
Сентябрь (9)	1.21 $\pm$ 0.60, 20 &4; ***4	2.40 $\pm$ 1.05, 22	2.62 $\pm$ 0.56, 20	3.79 $\pm$ 0.45, 22 &4; **12	76.3 $\pm$ 10.9, 22
Октябрь (10)	1.82 $\pm$ 1.05, 22	2.26 $\pm$ 1.34, 22	2.41 $\pm$ 1.27, 22	3.81 $\pm$ 1.07, 22	72.5 $\pm$ 14.1, 21
Ноябрь (11)	1.98 $\pm$ 1.06, 32	2.42 $\pm$ 1.21, 33	3.03 $\pm$ 0.94, 32 **5	4.43 $\pm$ 0.91, 33	77.5 $\pm$ 16.0, 33
Декабрь (12)	1.89 $\pm$ 0.97, 32	2.86 $\pm$ 1.68, 32	2.97 $\pm$ 1.07, 32	4.49 $\pm$ 1.13, 32 &9; **9	75.1 $\pm$ 16.4, 32

Примечание: ## - $p < 0.01$ (F – критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы, с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

ОФВ1 у молодых мужчин выявлен в декабре, а минимальный – в сентябре. В течение года у мужчин ОФВ1 изменился на 0.70 л (16.8%) (табл. 5). Величина ОВФ1 у мужчин в декабре превышала его значения в сентябре, а в сентябре была меньше, чем в апреле и декабре. Влияние месяца обследования, как фактора, на ОФВ1 у мужчин составило 8.8% ($p < 0.01$).

Индекс Тиффно. В годовом цикле индекс Тиффно не имел статистических различий ни по F, ни по t-критериям (табл. 5). Максимальное среднемесячное его значение зарегистрировано в июне, минимальное – в октябре, годовые колебания индекса составили 5.8 (7.4%).

3.2 Динамические характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле

Динамические характеристики функции внешнего дыхания у мужчин группы I в годовом цикле представлены в таблицах 6-7 и на рисунке 1.

Пиковая объемная скорость (максимальная скорость потока, достигаемая в процессе форсированного выдоха). У мужчин среднегодовое значение ПОС 9.25 ± 1.52 л/с и статистически значимо различалось в годовом цикле ($p < 0.001$) (табл.6).

Наибольшая ПОС была характерна для ноября 9.90 л/с, наименьшая – для сентября 8.29 л/с. Максимальная разница ПОС в годовом цикле у мужчин составила 1.61 л/с (17.3%). Величина ПОС в ноябре была больше ($p < 0.05$), чем в апреле, а в сентябре меньше, чем мае и ноябре. Влияние сезона, как фактора, на ПОС у молодых мужчин группы I достоверно и составило 10.9%.

Мгновенная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ. У мужчин группы I она составила в среднем 8.20 ± 1.64 л/с и имела значимые различия ($p < 0.05$), в годовом цикле (табл.6).

Наибольшая МОС25 была в ноябре 8.93 л/с, наименьшая 7.30 л/с – в сентябре, разница между показателями составила 1.63 л/с (20.4%). Значения МОС25 у обследованного контингента в ноябре были больше ($p < 0.05$), чем в сентябре. Влияние сезона, как фактора, на МОС25 у мужчин статистически достоверным ($p < 0.05$) и составило 7.2%.

Мгновенная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ. У мужчин (группа I) МОС50 была в среднем 6.14 ± 1.45 л/с и имела статистически значимые различия ($p < 0.001$), в годовом цикле (табл. 6).

Таблица 6 - Пиковая и мгновенные объемные скорости в момент выдоха 25%, 50%, 75% форсированной жизненной емкости легких у мужчин (группа I) в годовом цикле ($X \pm SD$, n)

Месяцы (номер месяца)	Пиковая объемная скорость выдоха, л/с ###	Мгновенная объемная скорость при выдохе 25% ФЖЕЛ, л/с #	Мгновенная объемная скорость при выдохе 50% ФЖЕЛ, л/с ###	Мгновенная объемная скорость при выдохе 75% ФЖЕЛ, л/с ##
Январь (1)	9.26 ± 1.61 , 31	8.41 ± 1.62 , 34	6.19 ± 1.01 , 34 &4,11-12	3.59 ± 1.20 , 34
Февраль (2)	9.59 ± 1.57 , 28	8.54 ± 1.56 , 28	6.20 ± 1.37 , 28	3.73 ± 1.12 , 28
Март (3)	9.34 ± 1.43 , 13	7.95 ± 1.77 , 13	6.23 ± 1.87 , 13	3.53 ± 1.23 , 13
Апрель (4)	9.89 ± 1.77 , 24 &9	8.64 ± 2.07 , 24	6.69 ± 1.92 , 24 &1	4.24 ± 1.61 , 24 &6
Май (5)	9.24 ± 1.09 , 15 *9	7.96 ± 1.71 , 15	6.03 ± 1.51 , 15	3.82 ± 1.03 , 15
Июнь (6)	8.41 ± 1.34 , 19	7.60 ± 1.50 , 19	5.42 ± 1.40 , 19	2.91 ± 1.23 , 19 &4,11; *11
Июль (7)	8.63 ± 1.26 , 19	7.64 ± 1.67 , 19	5.65 ± 1.42 , 19	3.56 ± 1.03 , 19
Август (8)	8.73 ± 1.31 , 24	7.78 ± 1.47 , 24	5.84 ± 1.38 , 24	3.68 ± 1.13 , 24
Сентябрь (9)	8.29 ± 1.25 , 22 &4,11; *11	7.30 ± 1.24 , 22 &11; *11	5.21 ± 1.01 , 22 &11; *11	3.30 ± 0.83 , 22
Октябрь (10)	9.38 ± 1.34 , 22	8.08 ± 1.36 , 22	6.05 ± 1.28 , 22	3.76 ± 1.24 , 22
Ноябрь (11)	9.90 ± 1.93 , 33 &9; *9	8.93 ± 1.99 , 33 &9; *9	6.82 ± 1.82 , 33 &1,9; *9	4.42 ± 1.44 , 33 &6, *6
Декабрь (12)	9.60 ± 1.75 , 32	8.48 ± 1.66 , 32	6.60 ± 1.59 , 32 &1	3.96 ± 1.37 , 32

Примечание: ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; # - $p < 0.05$, ## - $p < 0.01$, ### - $p < 0.001$ (F – критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы, с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); * - $p < 0.05$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

Наибольшее значение МОС50 выявлено в ноябре - 6.82 л/с, наименьшее - 5.21 л/с в сентябре, разница между показателями составила 1.61 л/с (24.5%). Значения МОС50 у мужчин в ноябре были больше, чем в январе и сентябре ($p < 0.05$), в декабре больше, чем в январе и апреле. Влияние сезона, как фактора, на МОС50 у молодых мужчин достоверно ($p < 0.05$) и составило 9.6%.

Мгновенная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ. У мужчин (группа I) среднегодовое значение МОС75 3.76 ± 1.23 л/с и имело статистически значимые различия ($p < 0.01$), в годовом цикле (табл. 6, рис. 1).

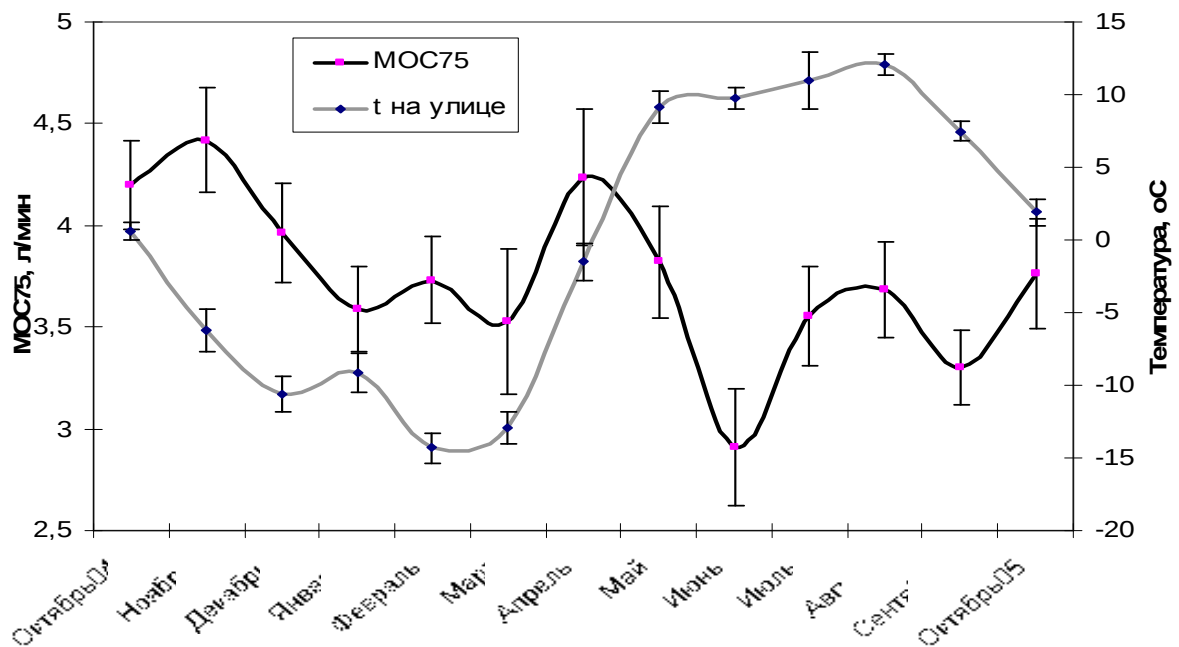


Рисунок 1 - Мгновенная (МОС75) объемная скорость в момент выдоха 75% форсированной жизненной емкости легких ($p < 0.01$) у мужчин (группа I) и температура наружного воздуха ($p < 0.01$) в годовом цикле (F-критерий).

Значения МОС75 колебались в разные месяцы от 2.91 л/с (июнь) до 4.42 л/с (ноябрь). Разница между максимальным и минимальным значениями МОС75 составила 1.51 л/с (33.4%).

МОС75 у мужчин в июне была статистически значимо ($p < 0.05-0.001$) меньше, чем в октябре - декабре, феврале, апреле-мае и августе. В сентябре МОС75 была меньше ($p < 0.05$), чем в апреле и ноябре. В ноябре МОС75 была

больше, чем в апреле и июне. Влияние сезона, как фактора, на МОС75 у молодых мужчин статистически достоверно ($p < 0.05$) и составило 9.4%. Годовая динамика МОС75 и температуры наружного воздуха в холодное время имеет похожий рисунок кривых, а в теплое время года, находится в противофазе: с увеличением температуры МОС75 уменьшается и наоборот (рис. 1).

Средняя объемная скорость выдоха, определяемая в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ. У мужчин (группа I) СОС25-75 была в среднем 5.74 ± 1.39 л/с. В течение года показатель изменился на 1.74 л/с (25.5%) (табл. 7).

Июньское значение СОС25-75 у молодых мужчин ($p < 0.05-0.001$), меньше, чем уровень показателя в апреле и ноябре. В сентябре СОС25-75 была меньше ($p < 0.05$), чем в ноябре. Влияние сезона, как фактора, на СОС25-75 у мужчин статистически достоверно ($p < 0.05$) и составило 9.9%.

Частота дыхания. Средняя ЧД у молодых мужчин была 16.7 ± 3.7 мин⁻¹ и не имела статистически значимых различий в годовом цикле по F и t – критериям (табл. 7). Максимальное значение ЧД было в феврале, минимальное – в апреле, различия составили 2.0 дыхания в минуту (11.2%). Влияние сезона, как фактора, на ЧД у мужчин не достоверно и составило 2.9%.

Время достижения пиковой объемной скорости. Среднегодовое значение ТПОС у мужчин группы I 0.19 ± 0.20 с, максимальное значение зарегистрировано в октябре, минимальное - в марте, разница составила 0.17 с (табл. 7). Влияние годовой динамики погод, как фактора, на ТПОС у молодых мужчин не достоверно и составило 3.1%.

Время форсированного выдоха (ТФЖЕЛ) у мужчин (группа I) равнялось в среднем 1.49 ± 0.54 с и не имело статистических различий в годовом цикле по F и t-критериям. Максимальное значение показателя в январе и минимальное в мае различались на 0.25 с (15.7%) (табл. 7). Влияние сезона, как фактора, на ТФЖЕЛ у мужчин группы I не достоверно и составило 3.1%.

Таблица 7 - Средняя объемная скорость выдоха в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ, частота дыхания, время достижения ПОС и ФЖЕЛ у мужчин (группа I) в годовом цикле ($X \pm SD$, n)

Месяцы (номер месяца)	Средняя объемная скорость выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ, л/с ###	Частота дыхания, мин ⁻¹	Время достижения пиковой объемной скорости выдоха, с #	Время достижения форсированной жизненной емкости легких, с
Январь (1)	5.65±1.19, 34	16.8±4.0, 34	0.18±0.25, 34	1.59±0.68, 34
Февраль (2)	5.89±1.26, 28	17.9±4.2, 28	0.20±0.21, 28	1.48±0.58, 28
Март (3)	5.82±1.70, 13	16.4±3.0, 13	0.13±0.10, 13	1.52±0.47, 13
Апрель (4)	6.34±1.85, 24 &6	15.9±3.6, 24	0.21±0.20, 24	1.44±0.49, 24
Май (5)	5.67±1.47, 15	16.5±2.2, 15	0.18±0.17, 15	1.34±0.45, 15
Июнь (6)	4.76±1.22, 19 &4,11, **11	17.0±3.5, 19	0.14±0.06, 19	1.55±0.44, 19
Июль (7)	5.36±1.29, 19	16.6±3.0, 19	0.18±0.17, 19	1.43±0.39, 19
Август (8)	5.51±1.28, 24	16.4±4.5, 24	0.18±0.19, 24	1.49±0.57, 24
Сентябрь (9)	4.97±1.01, 22 &11	17.4±3.7, 22	0.16±0.15, 22 &10	1.36±0.33, 22
Октябрь (10)	5.69±1.23, 22	16.8±3.6, 22	0.30±0.39, 22 &9	1.54±0.58, 22
Ноябрь (11)	6.50±1.69, 33 &6,9, **6	16.0±3.7, 33	0.21±0.23, 33	1.47±0.59, 33
Декабрь (12)	6.10±1.48, 32	16.2±4.0, 32	0.17±0.21, 32	1.56±0.69, 32

Примечание: ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; # - $p < 0.05$, ### - $p < 0.001$ (F – критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы, с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

3.3 Функция внешнего дыхания у лыжников-гонщиков в годовом цикле

Дыхательный объем у лыжников-гонщиков (группа VI) имел статистически значимые различия ($p < 0.05$, F-критерий) в годовом цикле (табл. 8) и в среднем за год составил 1.011 ± 0.337 л. Максимальный ДО выявлен в ноябре, и он был больше на 0.379 л (30.6%), чем минимальный ДО в марте ($p < 0.01$).

Минутный объем дыхания у спортсменов (группа VI) в среднем составил 13.13 ± 3.70 л и в годовом цикле различался ($p < 0.05$, F-критерий) (табл. 8). Наибольшие значения МОД зарегистрированы в феврале, наименьшие – в сентябре (разница составила 4.82 л/мин или 29.7%, $p < 0.01$).

Жизненная емкость легких. Различия ЖЕЛ у лыжников – гонщиков (группа VI) в годовом цикле были достоверны ($p < 0.05$, F-критерий) (табл.8). Среднегодовое значение ЖЕЛ у спортсменов составляло 6.309 ± 0.755 л. Максимальная среднемесячная ЖЕЛ выявлена в феврале, минимальная - в сентябре, разница между величинами составила 1.174 л (17.0%) ($p < 0.001$) (табл. 8).

Форсированная жизненная емкость легких у лыжников - гонщиков (группа VI) в среднем равнялась 5.605 ± 0.78 л и в годовом цикле статистически значимо различалась ($p < 0.001$) (табл.8). Наибольшее среднемесячное значение ФЖЕЛ у мужчин-спортсменов выявлено в декабре, наименьшее – в октябре; разница составила 1.476 л (23.0%, $p < 0.001$). У спортсменов ФЖЕЛ в декабре была больше, чем в сентябре и октябре, а в октябре меньше, чем в феврале, апреле и декабре.

Резервный объем вдоха. В годовом цикле у спортсменов (группа VI) РОвд статистически значимо различался ($p < 0.05$, F-критерий) и в среднем равнялся 1.914 ± 1.025 л (табл. 9). Наибольшее среднемесячное значение РОвд характерно для марта, наименьшее – для августа, разница составила 1.449 л (56.3%) ($p < 0.01$).

Таблица 8 - Дыхательный и минутный объемы дыхания, жизненная и форсированная жизненная емкости легких у лыжников – гонщиков (группа VI) в годовом цикле ($X \pm SD$, n)

Месяцы (номер месяца)	Дыхательный объем, л #	Минутный объем дыхания, л/мин #	Жизненная емкость легких, л ##	Форсированная жизненная емкость легких, л ###
Январь (1)	0.963 $\pm$ 0.263, 18	13.15 $\pm$ 3.28, 17	6.247 $\pm$ 0.767, 19	5.388 $\pm$ 0.968, 19
Февраль (2)	1.205 $\pm$ 0.447, 11	16.24 $\pm$ 2.92, 12 **9	6.917 $\pm$ 0.842, 12 &9,***9	6.292 $\pm$ 0.880, 11 &10,***10
Март (3)	0.858 $\pm$ 0.271, 17 **11	11.43 $\pm$ 3.31, 17	6.372 $\pm$ 1.033, 16	5.431 $\pm$ 1.029, 17
Апрель (4)	1.001 $\pm$ 0.437, 17	12.72 $\pm$ 4.49, 17	6.500 $\pm$ 0.760, 17	5.939 $\pm$ 0.844, 17 &10
Май (5)	0.948 $\pm$ 0.340, 14	12.07 $\pm$ 5.04, 14	6.459 $\pm$ 0.876, 14	5.639 $\pm$ 1.008, 14
Июнь (6)	0.879 $\pm$ 0.162, 18	12.67 $\pm$ 2.00, 18	6.335 $\pm$ 0.682, 19	5.535 $\pm$ 0.686, 19
Июль (7)	0.940 $\pm$ 0.327, 10	12.89 $\pm$ 4.45, 10	6.007 $\pm$ 0.921, 9	5.274 $\pm$ 0.663, 10
Август (8)	1.058 $\pm$ 0.324, 8	11.83 $\pm$ 3.06, 7	6.091 $\pm$ 0.582, 8	5.420 $\pm$ 0.922, 8
Сентябрь (9)	0.859 $\pm$ 0.354/ 16	11.42 $\pm$ 4.11, 16 **2	5.743 $\pm$ 0.722, 16 &2,***2	5.209 $\pm$ 0.723, 16 &12
Октябрь (10)	1.047 $\pm$ 0.264, 20	14.18 $\pm$ 3.71, 19	5.974 $\pm$ 0.580, 20	4.954 $\pm$ 0.583, 20 &2,4,12,***12
Ноябрь (11)	1.237 $\pm$ 0.484/ 13 **3	14.16 $\pm$ 3.88, 13	6.257 $\pm$ 0.637, 10	5.748 $\pm$ 0.811, 13
Декабрь (12)	1.131 $\pm$ 0.365, 18	14.81 $\pm$ 4.13, 18	6.800 $\pm$ 0.659, 10	6.430 $\pm$ 0.720, 10 &9,10,***10

Примечание: # - $p < 0.05$, ## - $p < 0.01$, ### - $p < 0.001$ (F – критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы, с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

Таблица 9 - Резервные объемы вдоха и выдоха, объем форсированного выдоха за первые полсекунды и секунду, индекс Тиффно у лыжников - гонщиков (группа VI) в годовом цикле ($X \pm \delta$, n)

Месяцы (номер месяца)	Резервный объем выдоха, л #	Резервный объем вдоха, л##	Объем форсиро- ванного выдоха за 0.5 секунды, л ##	Объем форсиро- ванного выдоха за 1 секунду, л #	Индекс Тиффно
Январь (1)	1,794 $\pm$ 1,139, 19	4,136 $\pm$ 1,071, 19	3,548 $\pm$ 0,664, 18	4,853 $\pm$ 0,756, 18	80,5 $\pm$ 11,9, 18
Февраль (2)	1,994 $\pm$ 0,927, 11	4,701 $\pm$ 1,430, 12 *3	3,737 $\pm$ 0,531, 10	5,455 $\pm$ 0,757, 11 &10, ***10	79,8 $\pm$ 6,3, 11
Март (3)	2,575 $\pm$ 1,210, 16 **8	3,010 $\pm$ 1,297, 17 *2	3,290 $\pm$ 0,864, 16	4,734 $\pm$ 0,804, 17	76,1 $\pm$ 9,0, 17
Апрель (4)	2,103 $\pm$ 0,896, 15	4,043 $\pm$ 1,191, 16	3,426 $\pm$ 0,860, 14	4,980 $\pm$ 0,793, 16	77,9 $\pm$ 11,8, 15
Май (5)	1,539 $\pm$ 1,211, 14	4,687 $\pm$ 1,435, 14	3,823 $\pm$ 0,450, 13	5,164 $\pm$ 0,919, 14	80,2 $\pm$ 11,9, 14
Июнь (6)	1,756 $\pm$ 1,403, 18	4,396 $\pm$ 1,037, 19	2,766 $\pm$ 1,336, 19	4,638 $\pm$ 0,662, 19	76,5 $\pm$ 10,1, 17
Июль (7)	2,217 $\pm$ 1,045, 10	3,327 $\pm$ 1,373, 10	3,557 $\pm$ 0,406, 9 *12	4,688 $\pm$ 0,591, 10	75,5 $\pm$ 10,1, 9
Август (8)	1,126 $\pm$ 0,453, 7 **3	4,411 $\pm$ 0,636, 8	3,479 $\pm$ 0,756, 8	4,813 $\pm$ 0,769, 8	78,7 $\pm$ 7,0, 8
Сентябрь (9)	1,301 $\pm$ 0,951, 15	4,013 $\pm$ 1,197, 16	3,300 $\pm$ 0,529, 15	4,655 $\pm$ 0,632, 15	81,3 $\pm$ 7,1, 15 *10
Октябрь (10)	2,126 $\pm$ 0,946, 19	3,485 $\pm$ 1,070, 20	2,928 $\pm$ 1,080, 19	4,438 $\pm$ 0,617, 19 &2, ***2	74,8 $\pm$ 9,9, 18 *9
Ноябрь (11)	2,483 $\pm$ 1,229, 13	3,463 $\pm$ 1,492, 13	2,879 $\pm$ 1,333, 13 *12	4,926 $\pm$ 0,620, 12	77,3 $\pm$ 10,8, 12
Декабрь (12)	1,955 $\pm$ 0,886, 10	4,277 $\pm$ 1,423, 10	3,893 $\pm$ 0,628, 9 *6,11	5,328 $\pm$ 0,795, 10	78,5 $\pm$ 10,0, 10

Примечание: # - $p < 0.05$, ## - $p < 0.01$ (F – критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы, с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

Резервный объем выдоха. В годовом цикле у спортсменов (группа VI) РОвыд значительно различался по F-критерию ($p < 0.01$) и составил в среднем 3.996 ± 1.221 л. Максимальное значение показателя характерно для февраля, минимальное – для марта, разница составила 1.691 л (36.0%, $p < 0.05$).

Объем форсированного выдоха за первые полсекунды (ОФВ0.5). У спортсменов (группа VI) ОФВ0.5 в среднем равнялся 3.386 ± 0.786 л и статистически достоверно ($p < 0.01$) различался в годовом цикле (табл. 9). Наибольший среднемесячный ОФВ0.5 был характерен для декабря, наименьший – для июня, годовые колебания показателя составили 1.127 л (28.9%).

Объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) у лыжников – гонщиков (группа VI) был в среднем 4.889 ± 0.726 л и различался в годовом цикле ($p < 0.05$, F-критерий). Максимальный и минимальный его варианты в феврале и октябре тоже имели статистически достоверные ($p < 0.001$, t-критерий) различия друг с другом на 1.017 л (18.6%) (табл.9).

Индекс Тиффно в годовом цикле у спортсменов (группа VI) в среднем был 78.1 ± 10.0 и не имел статистических различий ни по F, ни по t-критериям (табл.9). Максимальное среднемесячное его значение зарегистрировано в сентябре, минимальное – в октябре, годовые колебания индекса составили 6.5 единиц (11.5%).

3.4 Функция внешнего дыхания у мужчин и женщин в тепле и на холоде

Результаты исследований функции внешнего дыхания у мужчин (группа IV) и женщин (группа V) в тепле и на холоде представлены в таблицах 10, 11.

Таблица 10 - Дыхательный объем, частота дыхания и минутный объем дыхания у мужчин (группа IV) и женщин (группа V) в тепле и на холоде ($X \pm SD$, n)

Условия	Дыхательный объем, л	Частота дыхания, в мин	Минутный объем дыхания, л/мин
Мужчины			
Тепло	0.926+0.333, 25	15.1+3.7, 24	13.59+5.14, 24
Холод	0.844+0.369, 23	15.5+4.7, 22	12.68+6.17, 22
Женщины			
Тепло	0.695+0.220, 18	12.9+3.5, 18	9.55+3.28, 18
Холод	0.785+0.359, 20	14.7+4.4, 18	11.26+4.94, 18

Таблица 11 - Жизненная и форсированная жизненная емкости легких, объем форсированного выдоха за первую секунду, индекс Тиффно у мужчин (группа IV) женщин (группа V) в тепле и на холоде ($X \pm SD$, n)

Условия	Жизненная емкость легких, л	Форсированная жизненная емкость легких, л	Объем форсированного выдоха за 1 секунду, л/с	Индекс Тиффно, %
Мужчины				
Тепло	5.852+0.681, 25 ***	5.332+0.906, 25	4.457+0.522, 24 **	77.5+8.7, 24 ***
Холод	4.865+0.726, 23 ***	4.841+0.830, 19	3.938+0.638, 18 **	88.6+8.4, 20 ***
Женщины				
Тепло	4.007+0.549, 20 **	3.545+0.532, 19	3.169+0.431, 20	79.3+10.7, 20
Холод	3.443+0.514, 20 **	3.273+0.458, 19	2.949+0.415, 20	77.4+13.1, 14

Примечание: ** - $p < 0.01$. *** - $p < 0.001$ (t-критерий Стьюдента, различия между показателями в тепле и на холоде).

При дыхании холодным воздухом, по сравнению с дыханием воздухом комнатной температуры у мужчин и женщин не выявлено статистических различий в величинах ДО, ЧД и МОД (табл. 10).

У мужчин ЖЕЛ и ОФВ1 (табл. 11) при обследовании на холоде были меньше, соответственно на 16.9 % ($p < 0.001$) и 11.6 % ($p < 0.01$), чем при обследовании в тепле, а индекс Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛ, %) больше на 14.3% ($p < 0.001$). Как у мужчин, так и у женщин ФЖЕЛ (табл. 11) не имела достоверных различий при дыхании воздухом разной температуры, однако на холоде она была меньше на 9.2 и 7.7% соответственно. У женщин на холоде достоверно ($p < 0.01$) уменьшилась только ЖЕЛ на 14.1%, уменьшение ОФВ1 на 6.9% произошло в виде тенденции.

В табл. 12 представлены пиковые и мгновенные объемные скорости у мужчин (группа IV) и женщин (группа V) в тепле и на холоде.

Таблица 12 - Пиковая и мгновенные объемные скорости у мужчин (группа IV) и женщин (группа V) в тепле и на холоде ($X \pm SD$, n)

Условия	Пиковая объемная скорость выдоха, л/с	Мгновенная объемная скорость при выдохе 25% ФЖЕЛ, л/с	Мгновенная объемная скорость при выдохе 50% ФЖЕЛ, л/с	Мгновенная объемная скорость при выдохе 75% ФЖЕЛ, л/с
Мужчины				
Тепло	9.822+1.182, 25 **	8.613+1.209, 24 **	5.960+1.519, 24 **	3.368+1.287, 24 *
Холод	8.838+1.214, 20 **	7.264+1.538, 18 **	4.718+1.153, 18 **	2.629+0.965, 18 *
Женщины				
Тепло	6.749+1.215, 20	6.307+1.116, 20	4.892+0.966, 20 *	2.855+1.058, 20 **
Холод	6.469+1.035, 20	6.072+1.163, 20	4.218+0.838, 20 *	2.129+0.590, 20 **

Примечание: ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких;
* $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ (t-критерий Стьюдента, различия между показателями в тепле и на холоде).

При вдыхании холодного воздуха у мужчин и женщин произошло уменьшение МОС₅₀ на 20.8% и 13.8%, МОС₇₅ на 21.9% и 25.4% ($p < 0.05-0.001$). Только у мужчин при дыхании холодным воздухом статистически значимо ($p < 0.01$) уменьшились ПОС на 10.0% и МОС₂₅ на 15.7%. У женщин в виде тенденции выявлено уменьшение на холоде ПОС на 4.1% и МОС₂₅ на 3.7%.

3.5 Артериальное давление у мужчин в годовом цикле

Систолическое и диастолическое АД и ПК в годовом цикле у мужчин (группа I) представлены в табл. 13, метеорологические параметры,

Таблица 13 - Артериальное давление и потребление кислорода у мужчин (группа I) в годовом цикле ($X \pm SD$, n)

Месяц (номер месяца)	Артериальное давление, мм рт.ст.		Потребление кислорода, л/мин ###
	систолическое ##	диастолическое ##	
Январь (1)	118.9 $\pm$ 9.0, 33	73.2 $\pm$ 7.7, 33	0.310 $\pm$ 0.053, 33
Февраль (2)	121.3 $\pm$ 8.8, 28	74.3 $\pm$ 8.7, 28	*5 0.331 $\pm$ 0.073, 28
Март (3)	116.3 $\pm$ 10.5, 12	74.0 $\pm$ 8.9, 12	0.306 $\pm$ 0.035, 12
Апрель (4)	117.0 $\pm$ 10.3, 24	72.1 $\pm$ 10.1, 24	0.310 $\pm$ 0.081, 24
Май (5)	123.0 $\pm$ 9.2, 15	69.0 $\pm$ 6.0, 15	*2 0.359 $\pm$ 0.063, 15
Июнь (6)	116.1 $\pm$ 9.7, 19 **11	69.2 $\pm$ 6.1, 19 ***12	0.301 $\pm$ 0.060, 19 &11, 12
Июль (7)	120.3 $\pm$ 7.2, 20	72.5 $\pm$ 8.5, 20	0.325 $\pm$ 0.053, 20
Август (8)	119.6 $\pm$ 8.8, 24	72.5 $\pm$ 7.1, 24	0.321 $\pm$ 0.062, 24
Сентябрь (9)	119.0 $\pm$ 8.2, 24	73.5 $\pm$ 5.0, 24	0.315 $\pm$ 0.049, 24
Октябрь (10)	121.7 $\pm$ 8.5, 30	70.6 $\pm$ 7.5, 31	0.349 $\pm$ 0.058, 31
Ноябрь (11)	123.3 $\pm$ 7.3, 32 **6	72.0 $\pm$ 8.8, 33	0.361 $\pm$ 0.064, 33 &6
Декабрь (12)	121.6 $\pm$ 5.9, 32	69.8 $\pm$ 7.9, 32 ***6	0.366 $\pm$ 0.069, 32 &6

Примечание: ## - $p < 0.01$ ### - $p < 0.001$ и (F – критерий, достоверные изменения показателя в годовом цикле); &- $p < 0.05$ (t – критерий с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы обследования с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

измеренные в ходе обследования (средняя суточная температура и среднее атмосферное давление) - в табл. 14.

Таблица 14 - Температура воздуха на высоте 10 метров над уровнем моря и атмосферное давление в годовом цикле в дни обследования мужчин группы I ($X \pm SD$, n)

Месяц (номер месяца)	Температура, ° C ###	Атмосферное давление, кПа ###
Январь (1)	-18.9 ± 2.5 , 4 &2-10,12, ***5	103.1 ± 0.2 , 4 &2-12, ***5
Февраль (2)	-12.1 ± 1.4 , 3 &1,4-11	99.4 ± 1.0 , 3 &1
Март (3)	-13.6 ± 1.0 , 2 &1,4-11	99.1 ± 1.0 , 2 &1
Апрель (4)	-0.5 ± 2.6 , 4 &1-3,5-9,11-12	99.4 ± 0.7 , 4 &1
Май (5)	14.7 ± 6.3 , 3 &1-4,7,9-12, ***1	99.0 ± 1.1 , 3 &1, ***1
Июнь (6)	10.5 ± 1.1 , 3 &1-4,10-12	99.2 ± 0.1 , 3 &1
Июль (7)	6.9 ± 0.7 , 3 &1-5,8,10-12	99.7 ± 0.2 , 3 &1
Август (8)	14.6 ± 0.6 , 3 &1-4,7,9-12	100.3 ± 0.6 , 3 &1
Сентябрь (9)	7.1 ± 1.1 , 3 &1-5,8,10-12	99.3 ± 0.2 , 3 &1
Октябрь (10)	0.7 ± 2.1 , 3 &1-3,5-9,11-12	99.5 ± 1.0 , 3 &1
Ноябрь (11)	-19.4 ± 2.1 , 3 &2-10,12	99.1 ± 1.3 , 3 &1
Декабрь (12)	-9.4 ± 4.2 , 3 &1,4-11	99.6 ± 0.1 , 3 &1

Примечание: ### - $p < 0.001$ (F – критерий, достоверные изменения показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (t – критерий с поправкой Бонферрони, цифрами после звездочек обозначены месяцы обследования с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

Рост и масса тела мужчин в течение всего годового цикла не изменились, возраст увеличился ($p < 0.05$).

Систолическое артериальное давление. Значения САД у мужчин (группа I) в годовом цикле статистически значимо различались ($p < 0.01$) (табл. 13). Среднегодовое САД составило 119.9 ± 8.6 мм рт. Самые высокие значения САД были зарегистрированы в ноябре (123.3 ± 7.3 мм рт. ст.). Минимальные значения САД наблюдались в июне (116.1 ± 9.7 мм рт.ст.). Разница между максимальным и минимальным значениями систолического АД в годовом цикле составила 7.2 мм рт.ст. ($p < 0.01$). Между соседними месяцами, нет значимых различий в значениях САД. В годовом цикле САД

имело наивысший коэффициент корреляции с ПК ($r = 0.310$, $p < 0.001$) (рис. 2) и уровнем атмосферного давления ($r = -0.116$, $p < 0.5$).

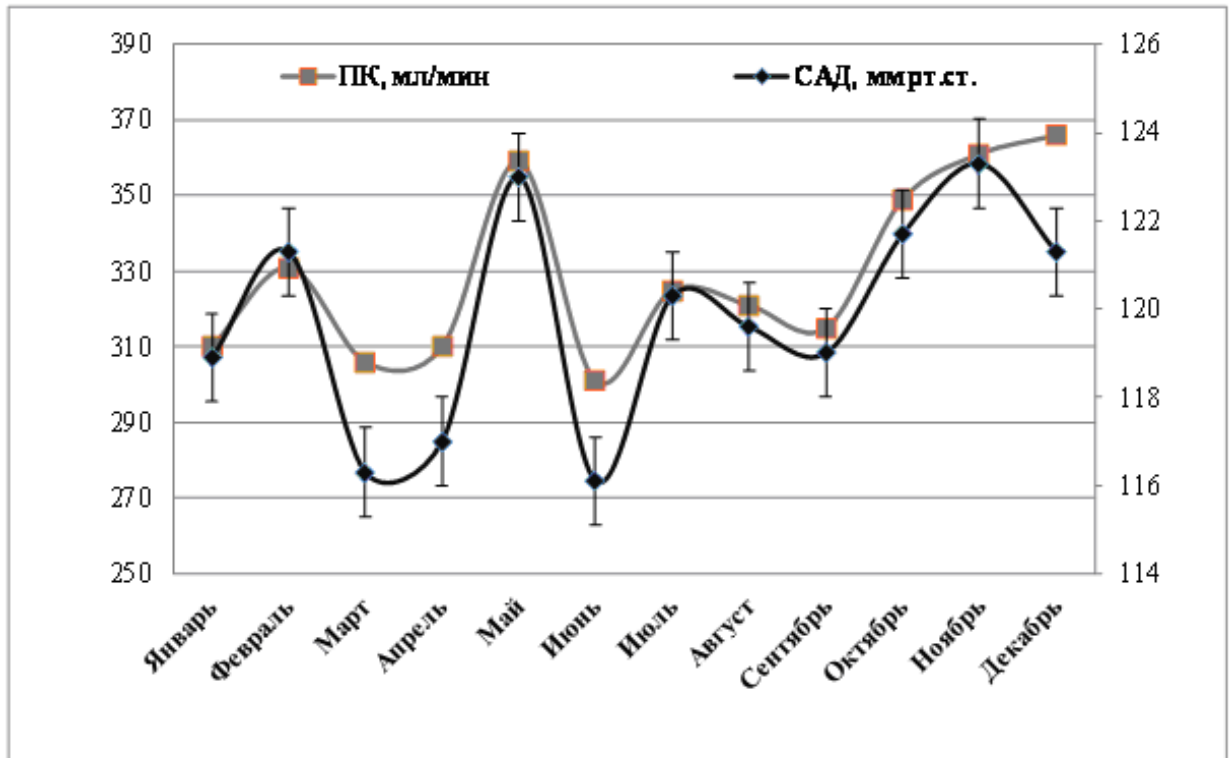


Рисунок 2 – Систолическое артериальное давление (САД) ($p < 0.01$, F-критерий) и потребление кислорода (ПК) ($p < 0.001$) у мужчин (группа I) в годовом цикле.

Диастолическое артериальное давление. Уровень ДАД у мужчин (группа I) в годовом цикле статистически значимо различался ($p < 0.01$) (табл. 13). Не выявлено статистически значимых различий между значениями ДАД в годовом цикле между месяцами. Среднегодовое ДАД составило 71.9 ± 7.7 мм рт. ст. Самые высокие значения ДАД были выявлены в феврале (74.3 ± 8.7 мм рт.ст.) (табл. 13), а самые низкие значения - в мае (69.0 ± 6.0 мм рт.ст.). Разница между среднемесячным минимальным и максимальным уровнями диастолического АД составила 5.3 мм рт. ст. ($p < 0.05$). Статистически значимая корреляции ДАД с ПК и метеорологическими параметрами отсутствовала.

Потребление кислорода. У мужчин (группа I) ПК значительно различалось в годовом цикле ($p < 0.001$) (табл. 13). Среднегодовое значение ПК составило 0.330 ± 0.057 л/мин. Самые высокие уровни ПК наблюдались в декабре (0.366 ± 0.069 л/мин). Минимальные значения ПК у мужчин были зарегистрированы в июне (0.301 ± 0.060 л/мин). Значения ПК в декабре статистически значимо отличались ($p < 0.001$) от таковых в июне. Разница между максимальным и минимальным значениями ПК в годовом цикле составила 0.065 л/мин. Коэффициент корреляции ПК с САД был 0.310 ($p < 0.001$).

3.6 Артериальное давление у женщин в годовом цикле

У женщин (группа II) в годовом цикле САД, ДАД и ЧСС представлены в табл. 15, метеорологические показатели – в табл. 16.

Систолическое артериальное давление. Среднегодовой уровень САД у женщин (группа II) составил 113.7 ± 9.8 мм рт.ст., в разные месяцы годового цикла оно статистически значимо различалось ($p < 0.001$, критерий Фишера) (табл. 15, рис. 3). Наиболее высокое САД у женщин зарегистрировано в феврале (117.2 ± 7.3 мм рт.ст.), низкое – в июле (106.7 ± 8.1 мм рт.ст.). Разница между максимальным и минимальным значениями САД в годовом цикле составила 10.5 мм рт.ст. В феврале САД статистически значимо ($p < 0.05$) выше, чем в другие месяцы года (кроме января), а в июле – ниже. При сравнении величин САД между соседними месяцами выявлены статистически значимые различия ($p < 0.05$) показателя между мартом и февралем, июнем-июлем, июлем-августом, августом-сентябрем.

Таблица 15 - Артериальное давление и частота сердечных сокращений у женщин (группа II) в годовом цикле ($X \pm SD$, n)

Месяцы (номер месяца)	Артериальное давление, мм рт.ст.		Частота сердечных сокращений, уд/мин ###
	систолическое ###	диастолическое ###	
Январь (1)	116.1 $\pm$ 8.7, 930 &4-10	79.1 $\pm$ 5.8, 885 &3-10,***8	72.2 $\pm$ 7.2, 311 &6
Февраль (2)	117.2 $\pm$ 8.8, 987 &3-12,***6	77.9 $\pm$ 6.2, 942 &5,7,8	71.7 $\pm$ 7.1, 331 &6
Март (3)	114.7 $\pm$ 9.2, 1227 &2,5,7-9	76.7 $\pm$ 6.4, 1203 &1,7,8,11	71.1 $\pm$ 7.0, 406 &8,11,12
Апрель (4)	114.0 $\pm$ 9.5, 1230 &1,2,7,8	76.5 $\pm$ 6.8, 1209 &1,7,8,11	71.5 $\pm$ 7.2, 407 &8
Май (5)	112.4 $\pm$ 8.6, 858 &1-3,7,8	75.9 $\pm$ 6.5, 828 &1,2,7,8,10-12	72.1 $\pm$ 7.2, 284 &6
Июнь (6)	113.6 $\pm$ 9.2, 966 &1,2,7,8	76.4 $\pm$ 6.9, 936 &1,7,8,11	70.2 $\pm$ 7.1, 321 &1,2,5,8-12,***8
Июль (7)	106.7 $\pm$ 8.1, 777 &1-6,8-12,***2	73.4 $\pm$ 6.0, 771 &1-6,9-12	71.1 $\pm$ 6.5, 256 &8,12
Август (8)	109.2 $\pm$ 10.0, 579 &1-7,9-12	73.0 $\pm$ 7.7, 573 &1-6,9-12,***1	73.5 $\pm$ 6.8, 192 &3,4,6,7,***6
Сентябрь (9)	112.5 $\pm$ 9.4, 957 &1-3,7,8	76.6 $\pm$ 7.0, 939 &1,7,8,11	72.0 $\pm$ 6.9, 316 &6
Октябрь (10)	113.7 $\pm$ 8.9, 1098 &1,2,7,8	77.4 $\pm$ 5.8, 1044 &1,5,7,8	72.3 $\pm$ 7.0, 364 &6
Ноябрь (11)	114.5 $\pm$ 9.0, 1005 &2,7,8	78.1 $\pm$ 6.2, 942 &3-9	72.8 $\pm$ 6.6, 345 &3,6
Декабрь (12)	114.5 $\pm$ 9.1, 1017 &2,7,8	77.8 $\pm$ 5.9, 957 &5,7,8	73.0 $\pm$ 7.2, 338 &3,6,7

Примечание: ### - $p < 0.001$ (F – критерий, достоверные изменения показателя в годовом цикле); * - $p < 0.05$ (t – критерий с поправкой Бонферрони, цифрами после звездочек обозначены месяцы обследования, в которых показатель имеет статистически значимые различия; *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

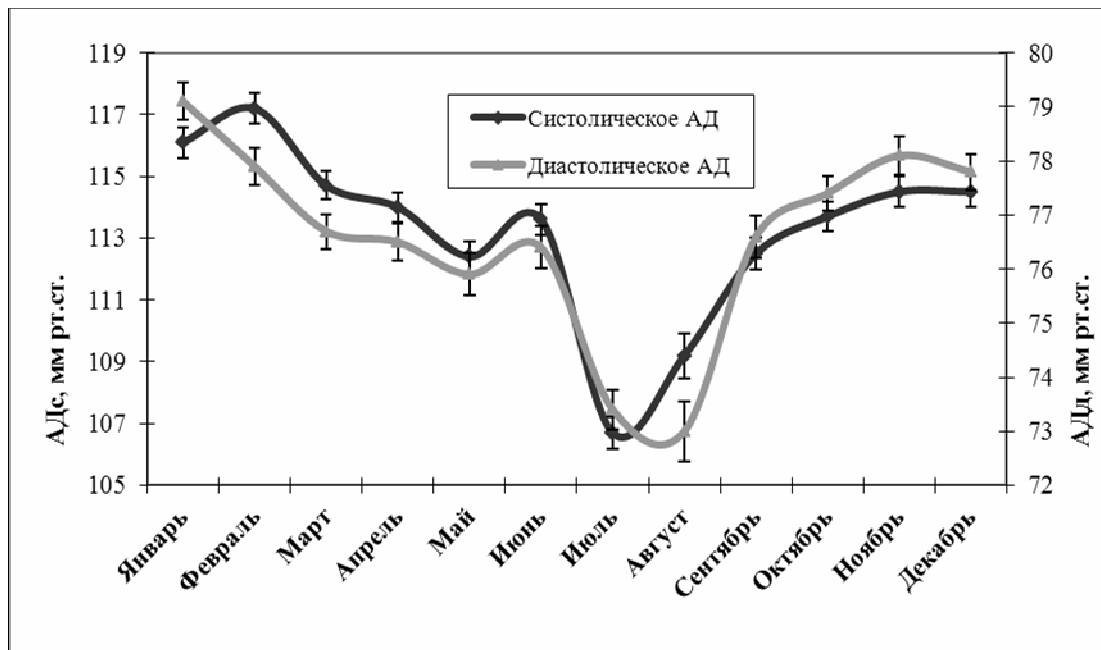


Рисунок 3 - Систолическое и диастолическое артериальное давление у женщин (группа II) в годовом цикле ($p < 0.001$).

Индивидуальный анализ связи между вариациями физиологических показателей и метеорологическими и геомагнитными параметрами показал, что статистически значимые ($p < 0.05$) корреляционные связи у женщин САД с параметрами внешней среды выявлены: с атмосферной температурой у 88% женщин (чем ниже температура, тем выше САД: r до -0.433); с геомагнитной активностью у 44% (чем больше индекс Кр, тем выше САД: r до 0.281); с относительной влажностью воздуха у 24% (у 20% - чем более влажный воздух, тем выше САД: r до 0.361 и у 4% - чем меньше влажность, тем выше САД: r до -0.244); у 12% женщин между атмосферным давлением (чем ниже $P_{атм}$, тем выше САД: r до -0.246) (рис. 4). В целом у 8% женщин САД не реагировало на рассматриваемые метеорологические показатели (температуру, давление, влажность, магнитную активность). У 32% женщин САД реагировало на один метеорологический показатель, у 48% - на два, у 8% - на три, у 4% - на четыре.



Рисунок 5 - Метеочувствительность у женщин (группа II)

Примечание - числами указан процент женщин, для которых при индивидуальном анализе обнаружены корреляции систолического и диастолического артериального давления с метеорологическими показателями на уровне статистической значимости $p < 0.05$).

Диастолическое артериальное давление. Среднегодовой уровень ДАД у женщин (группа II) составил 76.9 ± 6.4 мм рт.ст. Диастолическое артериальное давление в годовом цикле имело статистические различия ($p < 0.001$, критерий Фишера) (табл. 15, рис. 4). Наиболее высокое ДАД в январе (79.1 ± 5.8 мм рт.ст.), низкое – в августе (73.0 ± 7.7 мм рт.ст.). У женщин разница между среднемесячными максимальным и минимальным уровнем ДАД составила 6.1 мм рт.ст. В январе ДАД выше ($p < 0.05$), чем в марте-октябре. Значения ДАД между соседними месяцами различались ($p < 0.05$) в июне-июле и августе-сентябре.

Наибольшее число статистически значимых ($p < 0.05$) корреляционных связей ДАД с параметрами внешней среды выявлены у 76% женщин с

атмосферной температурой (r до -0.481 : чем ниже температура, тем выше ДАД) (рис. 5). У 44% женщин ДАД реагировало на геомагнитную активность (чем больше индекс Кр, тем выше ДАД: r до 0.318); у 24% - на изменение относительной влажности воздуха (чем больше влажность, тем выше ДАД: r до 0.365) и у 16% - на изменение атмосферного давления (чем ниже $P_{атм}$, тем выше ДАД: r до -0.219) (рис. 4).

В целом у 24% женщин ДАД не реагировало на метеорологические показатели. У 16% женщин ДАД реагировало на один метеорологический показатель, у 36% - на два, у 20% - на три, 4% - на четыре.

Частота сердечных сокращений. Среднегодовой уровень ЧСС у женщин (группа II) был 71.9 ± 7.0 уд/мин. Частота сердечных сокращений в годовом цикле статистически значимо различалась ($p < 0.001$, критерий Фишера) (табл. 15). Наиболее высокая ЧСС была характерна для августа (73.5 ± 6.8 уд/мин), минимальный уровень - зарегистрирован в июне (70.2 ± 7.1 уд/мин). У женщин разница между среднемесячными максимальной и минимальной ЧСС составила 3.3 уд/мин. В августе ЧСС была выше ($p < 0.05$), чем в марте-апреле и июне-июле. Существенные различия ЧСС между соседними месяцами ($p < 0.05$) были в августе-сентябре.

У 36% женщин ЧСС реагировала ($p < 0.05$) на геомагнитную активность (у 24% чем больше индекс Кр, тем выше ЧСС: r до 0.248 и у 12% - при увеличении Кр ЧСС уменьшалась: r до -0.213). У 32% женщин ЧСС зависела от атмосферной температуры (у 24% при понижении температуры ЧСС росла: r до -0.256 и у 8% при уменьшении температуры - снижалась: r до 0.631). У 12% женщин ЧСС реагировала на относительную влажность: у 8% с увеличением влажности ЧСС росла: r до 0.244 и у 4% - картина была обратной: r до -0.169 . Статистически значимых корреляций между уровнем атмосферного давления и ЧСС не выявлено. В целом у 24% женщин ЧСС не реагировала на метеорологические показатели. У 16% женщин ЧСС реагировала на один метеорологический показатель, у 40% - на два, у 16% - на три, 4% - на четыре.

Метеорологические показатели. Значения атмосферной температуры в течение года имели статистические значимые различия ($p < 0.001$, критерий Фишера) (табл. 16). Среднегодовая температура составила $1.05 \pm 4.7^\circ\text{C}$. Наиболее холодным месяцем года был февраль ($-11.3 \pm 7.4^\circ\text{C}$), самым теплым - июль ($19.9 \pm 2.9^\circ\text{C}$). Разница температур между самым холодным и теплым месяцем равнялась 31.2°C .

Таблица 16 - Метеорологические показатели в годовом цикле при обследовании женщин группы II ($X \pm SD$, n).

Месяцы (номер месяца)	Атмосферная температура, $^\circ\text{C}$ ###	Атмосферное давление, гПА ###	Относительная влажность воздуха, % ###	Индекс геомагнитной активности, Кр ###
Январь (1)	-10.7 ± 5.4 , 31 &3-11	1003.8 ± 7.0 , 31 &6,9,11,***11	77.1 ± 6.1 , 31 &4-5,7,9-12	26.6 ± 6.2 , 31 &2-12,***9-10
Февраль (2)	-11.3 ± 7.4 , 29 &3-11,***6	997.2 ± 10.1 , 29	74.7 ± 7.2 , 29 &4,7,9-12	19.1 ± 7.7 , 29 &1
Март (3)	-4.1 ± 4.0 , 31 &1-2,4-10,12	1000.9 ± 10.6 , 31 &6,11	71.1 ± 13.6 , 31 &4,8-12	19.4 ± 8.5 , 31 &1
Апрель (4)	-1.8 ± 5.4 , 30 &1-3,5-9,11-12	1002.2 ± 7.4 , 30 &6,11	58.3 ± 12.9 , 30 &1-3,5-12,***10	16.5 ± 6.9 , 30 &1
Май (5)	9.4 ± 5.6 , 31 &1-4,6-8,10-12	998.0 ± 7.4 , 31	69.0 ± 14.5 , 31 &1,4,8-12	15.0 ± 5.2 , 31 &1
Июнь (6)	13.3 ± 5.7 , 30 &1-5,7,9-12	993.5 ± 9.1 , 30 &1,3,4,7	71.5 ± 13.6 , 30 &4,8-12	14.2 ± 6.6 , 30 &1
Июль (7)	19.9 ± 2.9 , 31 &1-6,8-12,***2	1000.4 ± 4.8 , 31 &6,11	67.0 ± 9.6 , 31 &1,2,4,8-12	19.0 ± 13.4 , 31 &1
Август (8)	13.5 ± 3.9 , 31 &1-5,7,10-12	999.8 ± 9.7 , 31 &11	78.5 ± 12.2 , 31 &3-7	14.6 ± 7.5 , 31 &1
Сентябрь (9)	9.1 ± 3.1 , 30 &1-4,6-7,10-12	996.7 ± 7.2 , 30 &1	84.7 ± 7.3 , 30 &1-7	13.2 ± 8.2 , 30 &1,***1
Октябрь (10)	1.3 ± 2.9 , 31 &1-3,5-9,11-12	998.8 ± 8.6 , 31	85.2 ± 7.3 , 31 &1-7,***4	13.2 ± 8.2 , 31 &1,***1
Ноябрь (11)	-5.9 ± 7.5 , 30 &1-2,4-10,12	992.9 ± 11.3 , 30 &1,3,4,7,8,***1	83.5 ± 5.4 , 30 &1-7	17.2 ± 7.5 , 30 &1
Декабрь (12)	-10.3 ± 5.3 , 31 &3-11	997.6 ± 5.1 , 31	84.1 ± 4.7 , 31 &1-7	17.2 ± 7.5 , 31 &1

Примечание: ### - $p < 0.001$ (F – критерий, изменения показателя в годовом цикле); * - $p < 0.05$ (t – критерий с поправкой Бонферрони, цифрами после звездочек обозначены месяцы обследования, в которых показатель имеет статистически значимые различия).

Атмосферное давление в годовом цикле имело статистически значимые различия ($p < 0.001$, критерий Фишера) (табл. 16). Самое высокое давление выявлено в январе (1003.8 ± 7.0 гПа), низкое – в ноябре (992.9 ± 11.3 гПа). Различия между максимальным и минимальным среднемесячным давлением составили 10.9 гПа.

Относительная влажность воздуха в годовом цикле статистически значимо различалась ($p < 0.001$, критерий Фишера) (табл. 16). Наиболее влажным был октябрь ($85.2 \pm 7.3\%$), самым сухим – апрель ($58.3 \pm 12.9\%$). Различия во влажности в годовом цикле составили 26.9%. Индекс геомагнитной активности Кр различался в течение года ($p < 0.001$, критерий Фишера) (табл. 16). Максимальная геомагнитная активность была характерна для января (26.6 ± 6.2), минимальная – для сентября - октября (13.2 ± 8.2). Разница индекса геомагнитной активности в годовом цикле составила 133.9 единицы.

3.7 Электрокардиограмма у женщин в годовом цикле

В годовом цикле у женщин (группа II) статистически значимо ($p < 0.05-0.001$, критерий Фишера) изменялись: амплитуда зубца Р в отведениях ЭКГ I и V4-6, R в отведении I, Т в отведении V2, сегмента ST в отведениях V1-5.

3.7.1 Длительность интервалов, сегментов и комплексов ЭКГ электрическая ось сердца

Длительность интервала R-R ЭКГ и ЧСС у женщин в годовом цикле менялись от 43.6 ± 7.1 до 46.8 ± 5.6 мм или от 64.1 ± 7.7 до 68.8 ± 11.2 уд/мин и не имели статистически значимой разницы.

Ширина зубца Р ЭКГ у женщин была максимальной в мае 4.97 ± 0.46 мм и минимальной в сентябре 4.60 ± 0.57 мм ($p < 0.05$, критерий Стьюдента). Разница составила 8.0%.

Длительность интервала Р-Q(R) ЭКГ в мае (7.92 ± 1.04 мм) была больше, чем в июне (7.36 ± 0.74 мм) на 7.6% ($p < 0.05$).

Длительность сегмента Р-Q(R) ЭКГ в сентябре была больше на 15.8%, чем в июле (соответственно, 3.00 ± 0.68 и 2.59 ± 0.55 мм, $p < 0.05$).

Комплекс QRS ЭКГ у женщин в декабре (4.41 ± 0.51 мм), в сравнении с июнем (4.00 ± 0.57 мм) был шире на 10.3% ($p < 0.05$).

Длительность сегмента S-T ЭКГ у женщин в феврале была больше, чем в декабре (соответственно, 7.43 ± 1.06 и 6.86 ± 0.89 мм на 8.3%, $p < 0.05$).

Длительность интервала Q(R)-T ЭКГ у женщин в годовом цикле менялась от 19.4 ± 1.6 до 18.8 ± 0.9 мм, но не имела статистически значимых различий.

Электрическая ось сердца в годовом цикле в ЭКГ женщин изменялась от $46.8 \pm 22.9^\circ$ в феврале до $59.7 \pm 23.8^\circ$ в августе и не имела статистически значимых различий.

3.7.2 Амплитудные характеристики ЭКГ

Амплитуда зубцов Р ЭКГ у обследованных женщин (группа II) в зимние месяцы (чаще всего в январе, а также в феврале и декабре) была максимальной во всех отведениях, кроме III и aVL. Минимальная амплитуда зубца Р ЭКГ была характерна в основном для сентября, августа и октября ($p < 0.05-0.001$).

Наибольшая положительная амплитуда зубца Р ЭКГ 1.30 ± 0.46 мм зарегистрирована в отведении II, наименьшая положительная: 0.23 ± 0.56 мм – в V2. Максимальный отрицательный зубец Р ЭКГ был характерен для

отведения aVR: -0.60 ± 0.20 мм, минимальный отрицательный -0.05 ± 0.86 мм для отведения aVL.

Амплитуда зубцов Р ЭКГ в отведениях I, V4-6 в годовом цикле у женщин и атмосферная температура представлены на рис. 5А, индивидуальная амплитуда зубцов РII на рис. 5Б.

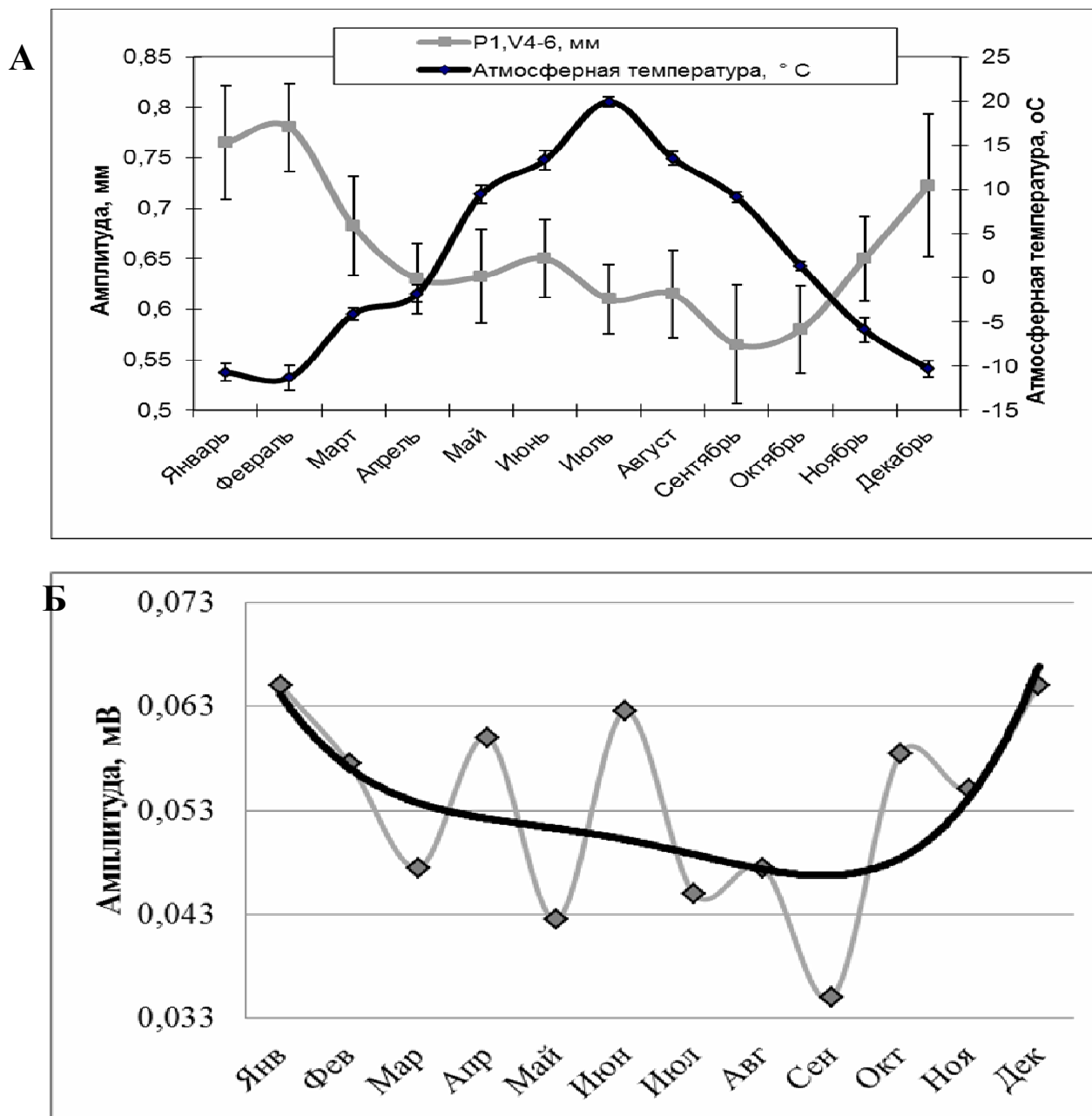


Рисунок 5 – А -Амплитуда зубцов Р ЭКГ в отведениях I,V4-6 в мм у женщин (группа II) и атмосферная температура в годовом цикле ($p < 0.05-0.001$); Б - Индивидуальная амплитуда волны РII ЭКГ у В-ко в же отведениях ЭКГ в мВ.

Амплитуда зубца Q ЭКГ. Зубцы Q в отведении V6 ЭКГ у женщин были наиболее глубокими в декабре: -0.76 ± 0.75 мм и наименее глубокими – в июле: -0.43 ± 0.36 мм ($p < 0.05$).

Зубец R ЭКГ. Максимальная амплитуда зубца R ЭКГ у женщин зарегистрирована в декабре и январе в отведениях aVL, V1,2,6; в апреле в отведении I и в сентябре – в aVF. Минимальная амплитуда зубца R ЭКГ была характерна для июля (V1,2,6), мая – в aVF, сентября и октября – в aVL и I ($p < 0.05-0.01$).

Наибольшая средняя амплитуда зубца R ЭКГ зарегистрирована в отведении V5: 13.61 ± 4.07 мм, наименьшая – в aVR: 0.46 ± 0.46 мм.

Зубец S ЭКГ. В нашем исследовании зубец S ЭКГ у женщин был наиболее глубоким ($p < 0.05-0.001$) в январе, феврале и марте в отведениях III, V2 и V6 и наименее глубоким в сентябре в большинстве отведений ЭКГ, кроме III, aVR, aVL, V1-2. Максимальная амплитуда зубца S ЭКГ у женщин зарегистрирована в отведении V2: -11.28 ± 3.81 мм, минимальная – в отведении V6: -0.26 ± 0.38 мм.

Зубец T ЭКГ. Максимальная амплитуда зубца T ЭКГ у женщин была в декабре, январе, феврале и июле в отведениях V1-3 и I и минимальная - в июле, сентябре и ноябре ($p < 0.05-0.01$).

Наибольшая положительная амплитуда зубца T 4.04 ± 1.79 мм была зарегистрирована в отведении V3, наименьшая положительная 0.25 ± 0.82 мм была характерна для отведения III. Наиболее глубокий отрицательный зубец T (-2.20 ± 0.66 мм) был характерен для отведения aVR, наименее глубокий (-0.87 ± 0.81 мм) - для отведения V1. Разница между статистически достоверными ($p < 0.05-0.01$) ежемесячными значениями амплитуд зубца R ЭКГ у женщин составила 57.9%.

Амплитуда сегмента ST ЭКГ. В ЭКГ женщин наиболее высоко расположенный сегмент ST над изолинией был характерен для января, марта, июня и сентября (отведения II, III, aVF, V1-6). Наиболее низкое

расположение сегмента ST ЭКГ зарегистрировано в январе, апреле, июле августе и ноябре ($p < 0.05-0.001$).

Максимальная положительная амплитуда сегмента ST ЭКГ 1.000 ± 1.845 мм была характерна для отведения V3, а минимальная положительная амплитуда: 0.008 ± 0.040 мм для V2-3. Наиболее низко расположенный относительно изолинии сегмент ST ЭКГ -0.068 ± 0.301 был в отведении III на вдохе, а наиболее близко к изолинии отрицательный сегмент ST ЭКГ -0.003 ± 0.042 мм был в отведении aVR.

Наибольшее количество отведений, в которых зарегистрированы статистически достоверные изменения амплитудных и временных характеристик ЭКГ, выявлено в январе (14), наиболее спокойными месяцами являются май и июнь (одно и два отведения ЭКГ) (рис.6).



Рисунок 6 - Количество отведений ЭКГ со статистически достоверно измененными показателями у женщин (группа II) и атмосферная температура ($p < 0.001$) в годовом цикле.

Довольно часто в годовом цикле статистически значимо модифицируются амплитуда зубца Р (11 раз) и сегмента ST (8 раз), менее всего изменяется амплитуда зубца Q (один раз) (рис. 7).

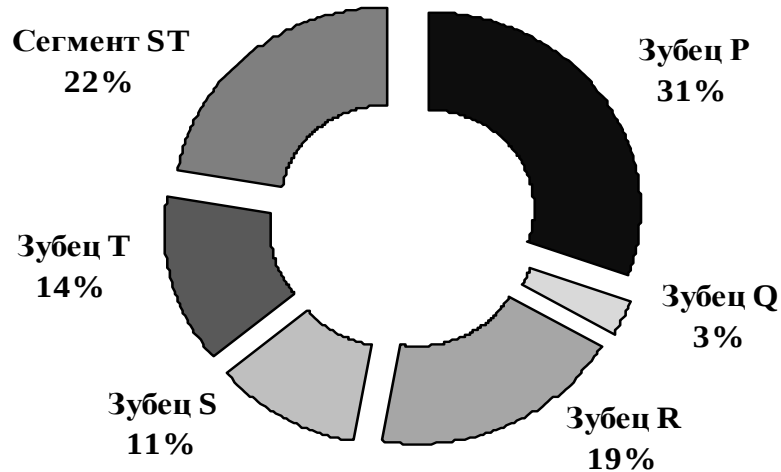


Рисунок 7 - Амплитудные характеристики ЭКГ женщин (группа II), имеющие статистически достоверную динамику в годовом цикле ($p < 0.05-0.001$).

Чаще всего в годовом цикле статистически значимые изменения амплитудных характеристик ЭКГ у женщин (группа II) происходят в отведениях V2 и V6 (по 10 раз), меньше всех реагируют на изменения сезонных погод показатели в отведениях II, III на вдохе и aVL (по два раза) (рис. 8).

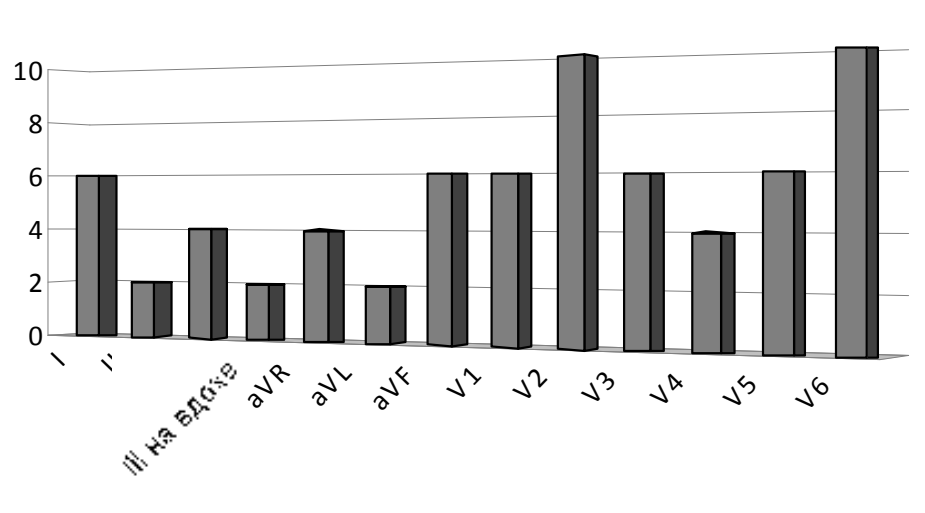


Рисунок 8 - Количество статистически достоверных ($p < 0.05-0.001$) изменений амплитудных характеристик в разных отведениях ЭКГ у женщин (группа II) в годовом цикле.

3.8 Сезонная динамика показателей «легочного сердца» у женщин

Сезонная динамика «легочного сердца» у женщин (группа III) представлена в табл. 17.

Таблица 17 - Сезонная динамика «легочного сердца» у женщин (группа III) ($\bar{X} \pm SD, n$)

Сезон	Возраст, лет	Легочное сердце, баллы	Легочное сердце, %
Зима (декабрь - февраль)	41.2 ± 10.9 , 59	1.221 ± 0.528 , 58	39.9 ± 20.1 , 58
Весна (март - май)	41.4 ± 10.8 , 70	1.322 ± 0.457 , 70	43.3 ± 17.0 , 70
Лето (июнь)	41.7 ± 11.0 , 24	1.255 ± 0.525 , 24	41.3 ± 21.2 , 24

Выявлена тенденция (табл. 17, рис. 9) к увеличению баллов и процента «легочного сердца» у женщин в весенний период времени. Минимальные значения показателей были характерны для зимы.

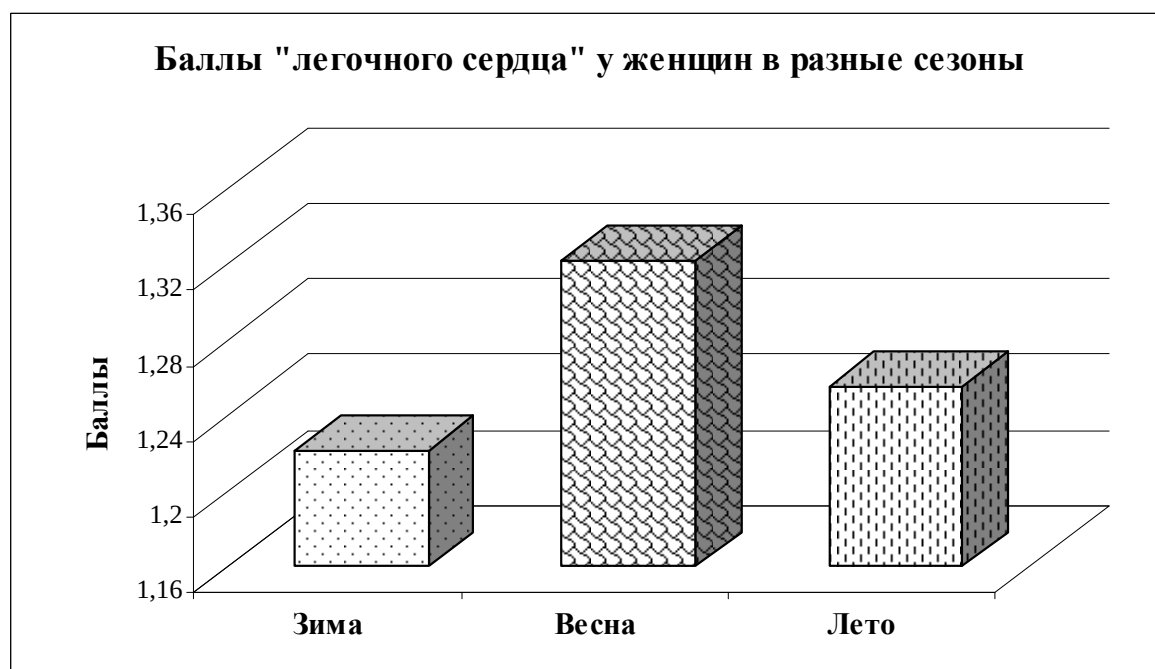


Рисунок - 9 Динамика баллов «легочного сердца» у женщин (группа III) в разные сезоны.

3.9 Тестирование «до отказа» у лыжников - гонщиков в годовом цикле

3.9.1 Динамика порога анаэробного обмена в годовом тренировочном цикле

Индивидуальная ЧСС у спортсменов (группа VI) на пороге анаэробного обмена (ПАНО) соответствовала 169.7 ± 14.4 уд/мин, расчетная (ЧССр) – 160.3 ± 3.2 уд/мин и была меньше на 5.5%. Размах индивидуальной ЧСС у лыжников – гонщиков был от 103 до 209 уд/мин, ЧССр – от 150.4 до 164.8 уд/мин.

Годовой тренировочный цикл. Нами проанализирована ежемесячная (кроме августа) динамика физиологических показателей у лыжников–гонщиков и изменение показателей в конце (апрель, май, июнь) и начале годичного тренировочного цикла (сентябрь, октябрь, ноябрь) (табл. 18), когда проведено наибольшее число обследований.

Как видно из табл. 18 все показатели, кроме ЧССр, статистически значимо различались в рассматриваемый период времени ($p < 0.05-0.001$, F-критерий Фишера). Наилучшее функциональное состояние организма лыжников - гонщиков характерно для сентября и сопровождалось на ПАНО пиковыми значениями ЧСС, ПК, КП, мощности нагрузки и процента ПК от МПК. Разница между ЧСС и ЧССр в этот месяц была минимальной и составляла 9.2%. В мае показатели кислородной обеспеченности организма и мощность нагрузки на ПАНО были минимальными, в октябре зарегистрирована самая низкая ЧСС на ПАНО. Разница между ЧСС и ЧССр в октябре и мае составила 9.6%. Выявлены и статистически значимые различия ($p < 0.05$, t – критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони) показателей между отдельными месяцами. Так в сентябре ЧСС, ПК и процент ПК от МПК были больше, чем в мае. Все 5 показателей, кроме Таблица 18 - Мощность нагрузки и

кардиореспираторные показатели на пороге анаэробного обмена у лыжников-гонщиков (группа VI) в разные месяцы ($X \pm SD, n$)

Месяц (номер месяца)	Мощ- ность нагрузки, Вт ##	Частота сердечных сокраще- ний, уд/мин ##	Частота сердечных сокращений расчетная, уд/мин	Потребле- ние кислорода, л/мин ###	Кисло- родный пульс, мл/удар #	Потребление кислорода от МПК, % ###
Апрель (4)	293.3 $\pm$ 26.1 12	170.2 $\pm$ 10.8 12	161.6 $\pm$ 1.1 12 *10	3.810 $\pm$ 0.300 12	22.4 $\pm$ 1.4 12	86.6 $\pm$ 6.6 12
Май (5)	278.0 $\pm$ 35.5 20 **9	167.8 $\pm$ 21.5 20 &9	160.4 $\pm$ 3.9 20	3.618 $\pm$ 0.478 20 &9,***9	21.8 $\pm$ 3.8 20 *9	83.8 $\pm$ 9.1 20 &9,***9
Июнь (6)	284.6 $\pm$ 48.4 69	168.4 $\pm$ 13.8 69	160.0 $\pm$ 3.4 69	3.733 $\pm$ 0.660 69	22.1 $\pm$ 3.3 69	85.8 $\pm$ 11.9 69
Сентябрь (9)	312.4 $\pm$ 44.1 84 **5	174.6 $\pm$ 13.9 84 &5,**10	160.7 $\pm$ 2.6 84	4.135 $\pm$ 0.566 84 &5,***5	23.7 $\pm$ 3.0 84 *5	91.3 $\pm$ 8.0 84 &5,***5
Октябрь (10)	295.7 $\pm$ 43.3 74	166.1 $\pm$ 12.9 74 **9	159.5 $\pm$ 3.4 74 *4	3.729 $\pm$ 0.516 74	22.5 $\pm$ 2.8 74	84.8 $\pm$ 7.9 74
Ноябрь (11)	296.7 $\pm$ 39.0 24	171.7 $\pm$ 12.9 24	160.9 $\pm$ 3.4 24	3.921 $\pm$ 0.453 24	23.0 $\pm$ 3.1 24	88.5 $\pm$ 7.5 24

Примечание: # - $p < 0.05$. ## - $p < 0.01$, ### - $p < 0.001$ (F – критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, цифрами после знака & обозначены месяцы, с которыми показатель данного месяца имеет достоверные различия); ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента между максимальным и минимальным значением показателя).

ЧСС_р, были максимальны в сентябре и 4 показателя, кроме ЧСС и ЧСС_р – минимальны в мае, в начале подготовительного периода. В годовом цикле ($p < 0.05-0.001$) изменялись: ЧСС, ЧСС_р, ПК, КП, МПК, %ПК от МПК, мощность выполненной нагрузки. Максимальная ЧСС на ПАНО была характерна для сентября (174.6 $\pm$ 13.9 уд/мин), а минимальная – для января (154.8 $\pm$ 19.6 уд/мин) (Варламова и др., 2017).

Максимумы и минимумы показателей на ПАНО. Нами проанализированы значения кардиореспираторных показателей у одних и тех

же спортсменов при минимальной и максимальной индивидуальной ЧСС на ПАНО (табл. 19).

Таблица 19 - Кардиореспираторные показатели на пороге анаэробного обмена при максимальной и минимальной частоте сердечных сокращений у лыжников-гонщиков (группа VI) ($X \pm SD$, n)

Частота сердечных сокращений, уд/мин	Потребление кислорода, л/мин	Кислородный пульс, мл/удар	Мощность нагрузки, Вт	Потребление кислорода, % от МПК
При максимальной ЧСС				
181.0 $\pm$ 10.4, 49 ***	4.244 $\pm$ 0.457, 49 ***	23.5 $\pm$ 2.7, 49 **	318.4 $\pm$ 36.5, 49 ***	93.9 $\pm$ 5.4, 49 ***
При минимальной ЧСС				
158.4 $\pm$ 16.8, 47 ***	3.421 $\pm$ 0.570, 47 ***	21.7 $\pm$ 3.9, 47 **	264.7 $\pm$ 44.6, 47 ***	80.9 $\pm$ 11.3, 47 ***

Примечание: ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t – критерий Стьюдента, различия показателей при разной частоте сердечных сокращений).

Возраст, рост, месяц обследования у них статистически значимо не различались. Сравнение показателей на уровне максимальной ЧСС на ПАНО с показателями на уровне минимальной ЧСС (которая оказалась меньше на 14,3%) показало, что у лыжников – гонщиков на фоне максимальных значений ЧСС были выше ($p < 0.001$ t-критерий): МПК – на 6.8%, ПК – на 24.1%, КП – на 8,3%, мощность нагрузки на ПАНО – на 20,3% и процент ПК от МПК – на 16.1% (рис. 10) (Варламова и др., 2017).

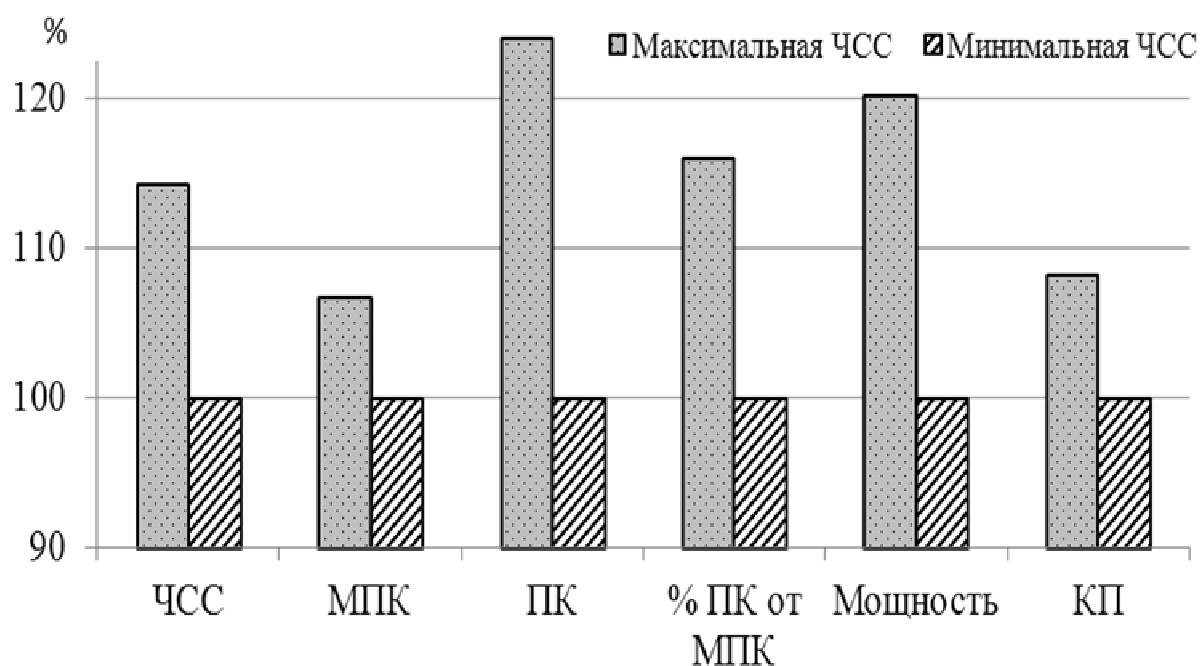


Рисунок 10 - Мощность нагрузки и кардиореспираторные показатели на пороге анаэробного обмена у лыжников-гонщиков (группа XI) при максимальных и минимальных индивидуальных значениях ЧСС ($p < 0.01$).

Минимальная ЧСС принята за 100%.

3.9.2 Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников – гонщиков

В табл. 20 представлены респираторные показатели, в таблице 21 – показатели гемодинамики и мощность выполненной работы у лыжников – гонщиков (группа XII).

Таблица 20 - Респираторная функция у лыжников (группа XII) в покое, начале и конце последней минуты теста до отказа.

Состояние (номер этапа теста)	Дыхательный объем, л ###	Частота дыхания, мин ⁻¹ ###	Минутный объем дыхания, л/мин ###	Потребление кислорода, л/мин ###	Выделение углекислого газа, л/мин ###	Дыхательный коэффициент ###	Коэффициент использования кислорода, мл/мин ###
Покой сидя (1)	0.816 ± 0.218	14.9 ± 3.6 ***2,3	11.7 ± 2.8 ***2,3	0.361 ± 0.085 ***2,3	0.297 ± 0.079 ***2,3	0.82 ± 0.08 ***2,3	30.8 ± 3.0 **2,3
Начало последней минуты (2)	3.044 ± 0.442 ***1	44.4 ± 10.2 ***1, *3	133.9 ± 29.5 ***1, **3	4.392 ± 0.525 ***1	4.545 ± 0.730 ***1	1.03 ± 0.07 ***1	32.8 ± 1.8 **1, ***3
Конец последней минуты (3)	2.998 ± 0.420 ***1	50.4 ± 10.5 ***1, *2	157.4 ± 37.1 ***1, **2	4.574 ± 0.526 ***1	4.844 ± 0.760 ***1	1.06 ± 0.08 ***1	29.1 ± 1.4 **1, ***2

Примечание: ### - $p < 0.001$ (F - критерий Фишера, различия состояния); *- $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$, (t критерий Стьюдента, различия между этапами теста).

Таблица 21 - Гемодинамические показатели и мощность нагрузки у лыжников (группа XII) в покое, начале и конце последней минуты теста до отказа

Состояние (номер этапа теста)	Частота сердечных сокращений, уд/мин ###	Сатурация, % ##	Кислородный пульс, % ###	Систолическое АД, мм.рт.ст. ###	Диастолическое АД, мм.рт.ст.
1-Покой сидя	61.6±10.5 ***2,3	97.9±1.8 ***2,3	6.03±1.70 ***2,3	122.2±9.6 ***2,3	77.7±8.9
2-Начало последней минуты 339.3±39.0 Вт	174.9±12.9 ***1	92.0±4.4 ***1	25.14±2.44 ***1	193.6±20.9 ***1	76.8±24.6
3-Конец последней минуты 358.5±45.0 Вт	179.8±13.6 ***1	87.5±14.2 ***1	25.13±2.50 ***1	199.1±20.2 ***1	78.4±24.7

Примечание: ## - $p < 0.01$, ### - $p < 0.001$ (F- критерий Фишера, различия состояния); *** - $p < 0.001$, (t критерий Стьюдента, различия между этапами теста).

У лыжников значения ДО, ЧД, МОД, ПК, ВУГ, ДК, КИО₂ (табл. 20), характеризующие респираторную функцию, имели статистические различия ($p < 0.001$, F-критерий) в покое и нагрузке до отказа. Гемодинамические показатели: ЧСС, КП, САТ_{O₂}, САД, кроме ДАД у спортсменов (табл. 21) в покое и нагрузке различались ($p < 0.01 - 0.001$, F критерий). В начале и конце последней минуты нагрузки у лыжников статистически различались ($p < 0.001 - 0.05$, t критерий) только МОД, ЧД (прирост соответственно на 17.6 и 13.5% к концу минуты) и КИО₂ (уменьшение к окончанию теста на 11.3%). Мощность нагрузки в начале и конце последней минуты не имела статистических различий, хотя отмечен ее прирост на 5.7%.

Индивидуальный анализ показателей выявил два варианта завершения теста с нагрузкой до отказа: на уровне пикового потребления кислорода и через некоторое время после достижения МПК (соответственно 55.6 и 44.4% спортсменов). Тест на уровне пикового ПК 66.7% лыжников закончили с САД более 200 мм рт.ст. и 33.3% - с меньшим значением САД. При завершении теста после достижения МПК 58.3% лиц закончили его с САД больше 200 мм рт.ст. и 41.7% - с меньшим САД.

ГЛАВА 4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

4.2 Объемные характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле

Дыхательный объем. Значения ДО, полученные в нашем исследовании (табл. 4), были в большинстве случаев больше, приводимых в литературе (Колчинская, 1973; Мойкин, 1974; Власов, Окунева, 1983; Шишкин, Устюжанинова, 2006; Кривошеков и др., 2006; Аверьянова, Вдовенко, 2018), или приближались к верхнему пределу показателя 500-800 мл (Selig, 1966), 300–900 мл (Дембо, 1973).

Раннее (Варламова, 2006; Варламова, Евдокимов, 2008) была изучена ФВД у северянок 15-79 лет, которые практически с рождения проживали в условиях Севера (62°с.ш.) и значения ДО у них были, как и у мужчин группы I больше, чем у лиц более комфортного климата или приближались к верхнему пределу показателя (Дембо, 1973; Лауэр, Колчинская, 1975; Власов, Окунева, 1983; Аверьянова, Вдовенко, 2018). Увеличение ДО и МОД наблюдали (Деряпа и др., 1975) и у полярников Антарктиды (станции Новолазаревская и Восток).

По данным литературы (Куликов, Ким, 1987) увеличение ДО у жителей Севера характерно для компенсаторной гипервентиляции - реакции на метаболический ацидоз (Варламова, 2005; Варламова, Евдокимов, 2008). С одной стороны для глубокого вдоха необходима активная работа мышц, которые должны преодолевать все возрастающее сопротивление грудной клетки, максимально глубокое дыхание не выгодно энергетически (Воробьева, 2002). С другой стороны, усиление легочной вентиляции является способом ликвидации метаболического ацидоза, который компенсируется легкими. Увеличение вентиляции приводит к снижению

$p\text{CO}_2$ и восстановлению соотношения $\text{HCO}_3^-/p\text{CO}_2$. Основным стимулятором дыхания в данном случае служит воздействие ионов H^+ на периферические хеморецепторы (Уэст, 1988).

Глубина дыхания влияет и на объем альвеолярного мертвого пространства. В основе прямой зависимости ДО от объема альвеолярного пространства лежит увеличение транспульмонального давления (Кузнецова, 1986). У взрослого человека ДО достигает примерно 15% ЖЕЛ (Мойкин, 1974) или 10-20% ЖЕЛ (Лауэр, Кочинская, 1975). В наших исследованиях ДО в месяцы с минимальным (июнь) и максимальным (апрель) значением показателя (табл. 4) у молодых мужчин составил 15.1 и 16.5% ЖЕЛ, что вполне согласуется с данными литературы (Мойкин, 1974; Лауэр, Колчинская, 1975).

Минутный объем дыхания. Значения МОД у мужчин группы I (табл. 4), были больше, чем у лиц, проживающих в более комфортном климате (Selig, 1966; Колчинская, 1973; Власов, Окунева, 1983; Кривошеков и др., 2006; Шишкин, Устюжанинова, 2006; Варламова, Бойко, 2017), больше, чем у мужчин Магадана (Аверьянова, Вдовенко, 2018), меньше, чем у жителей Надыма - 18.4 ± 2.4 л/мин (Леханова, 2001) и в холодное время года больше, чем в теплое (рис. 1). Минутный объем дыхания, полученный у женщин, проживающих в этой же географической точке (Варламова и др., 2007; Варламова, Евдокимов, 2008) во всех возрастных группах от 20 до 59 лет был сравним с верхней границей нормы (Лауэр, Колчинская, 1975; Власов, Окунева, 1983) или превышал ее (Клемент, Зильбер, 2002), что подтверждает динамику МОД у мужчин группы I.

Увеличение МОД выявлено и у полярников Антарктиды (Деряпа и др., 1975) и связано с развитием гипервентиляционного синдрома (Куликов, Ким, 1987; Анциферова, 1999; Смолина и др., 2005; Евдокимов и др., 2007), который сочетается с повышенным потреблением кислорода и снижением показателей бронхиальной проходимости (Авцын и др., 1985; Куликов, Ким, 1987).

Следствием увеличения глубины дыхания является значительный прирост легочной вентиляции, величину которой определяет парциальное давление углекислоты в альвеолах (Уэст, 1988). Однако, для глубокого вдоха необходима активная работа дыхательных мышц, которые должны преодолевать все возрастающее сопротивление грудной клетки дальнейшему сжатию (Воробьева, 2002).

Усиление легочной вентиляции у жителей холодного климата, определяется компенсаторной перестройкой процессов жизнеобеспечения на биохимическом уровне. Оно свидетельствует об увеличении количества функционирующих альвеол и обусловлено, главным образом, гиперкапническим стимулом, который связывает дыхание с интенсивностью метаболизма. Достоверное повышение количества, выделенного CO_2 у жителей Севера (Анциферова, 1999; Евдокимов и др., 2007) подтверждает смещение кислотно–щелочного равновесия в сторону ацидоза (Анциферова, 1999). С функцией внешнего дыхания связан не только газовый состав крови, но и ее кислотно–основной баланс (Бреслав, Ноздрачев, 2005). При метаболическом ацидозе уменьшается отношение $\text{HCO}_3^-/\text{PCO}_2$, что приводит к снижению pH. Концентрация HCO_3^- может снижаться в результате накопления в крови кислот, например, при тканевой гипоксии, приводящей к повышенному образованию молочной кислоты. Содержание молочной кислоты у обследованных молодых мужчин в 8-ми из 13 месяцев выше нормы, причем в наиболее холодные месяцы года с октября по февраль, а также в апреле и августе. Повышение уровня лактата у северян в холодное время года согласуется с данными литературы (Бойко, 2005) и является показателем лактатацидоза в определенные сезоны года.

Метаболический ацидоз компенсируется легкими: увеличивается вентиляция, что приводит к снижению PCO_2 и восстановлению соотношения $\text{HCO}_3^-/\text{PCO}_2$. Основным стимулятором дыхания, в данном случае, служит действие ионов H^+ на периферические хеморецепторы (Уэст, 1988). Гипервентиляция, являясь одним из механизмов ликвидации

метаболического ацидоза и энергетически затратным процессом, может указывать на приоритетность компенсаторных реакций организма: в первую очередь поддержание кислотно-щелочного равновесия, а во вторую - температурного гомеостаза. Более высокие значения ДО и МОД у северян, могут свидетельствовать о нарушении «принципа экономизации» функции дыхания (Евдокимов и др., 2007) и косвенно указывать на потерю энергетических резервов организма (Гудков, Лабутин, 2000).

Жизненная емкость легких. Различия ЖЕЛ в годовом цикле описаны у женщин 15-79 лет, проживающих в г. Сыктывкаре (62° с.ш.) (Варламова, Евдокимов, 2006), что согласуется с данными, полученными в настоящем наблюдении (Варламова и др., 2008). Значения ЖЕЛ, выявленные у мужчин группы I (табл. 4, рис. 11),

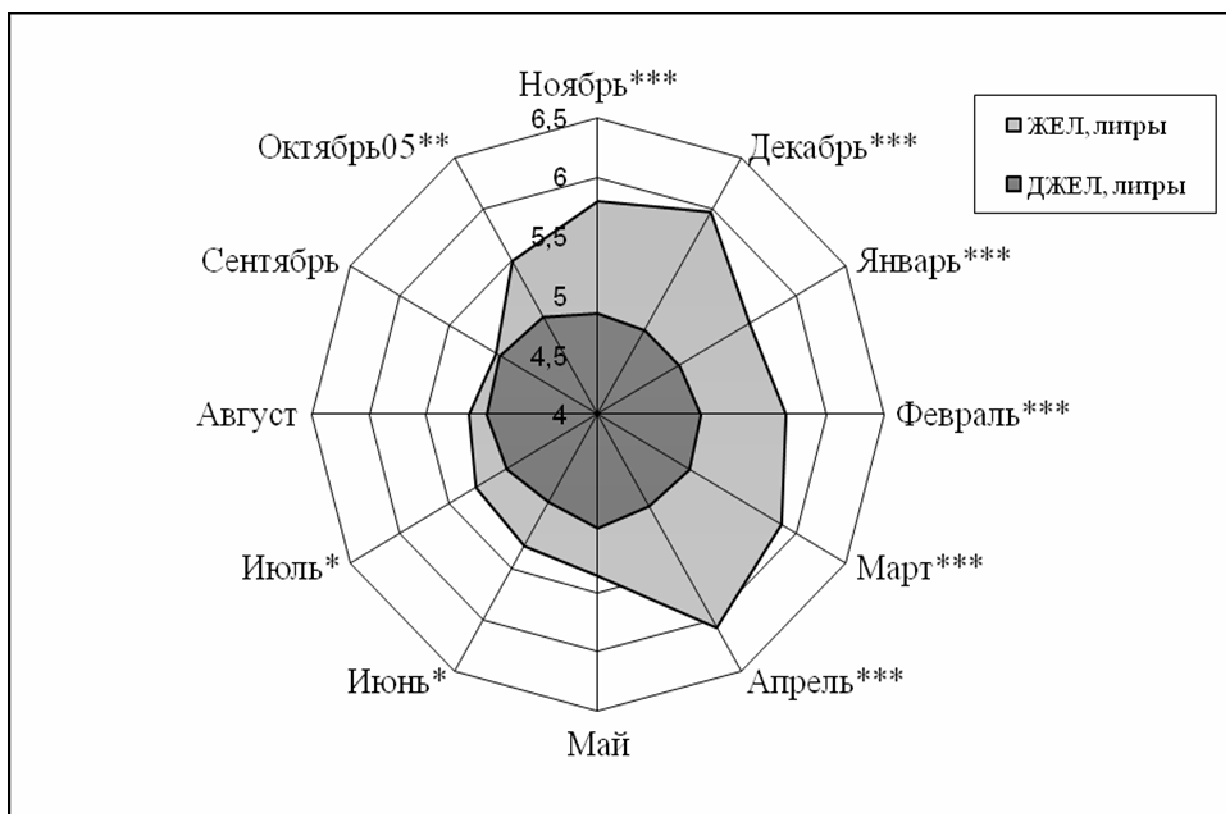


Рисунок 11 - Годовой цикл жизненной емкости легких у мужчин (группа I) ($p < 0.01$, F-критерий) и результаты ежемесячного сравнения ЖЕЛ и ДЖЕЛ (Старшов, Смирнов, 2003): * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (t-критерий Стьюдента).

превышали таковые, приведенные в литературе (Колчинская, 1973; Власов, Окунева, 1983; Клемент, Зильбер, 2002; Старшов, Смирнов, 2003), в том числе и для лиц, проживающих в холодном климате (Борискин, 1973; Солонин, 1995; Аверьянова, Вдовенко, 2018). При сравнении ЖЕЛ у мужчин группы I с индивидуальной нормой, рассчитанной с учетом пола, возраста, роста и массы тела (Спирограф..., 2002) выявлено, что ЖЕЛ была выше нормы в среднем на 12.8% и соответствовала нижней границе показателя для мужчин Магадана: 6.0-6.6 л (Бартош, Соколов, 2006). Адаптивные перестройки в функции внешнего дыхания связаны с увеличением легочных объемов, которые зависят от пола, северного стажа и уровня адаптированности (Леханова, 2001). У молодых жителей Магадана (8-28 лет), длительно проживающих в условиях Севера (Бартош, Соколов, 2004), ЖЕЛ находится в пределах должных величин или превышает их (Бартош, Соколов, 2004; Максимов, Вдовенко, 2016).

Диффузионная способность легких пропорциональна емкости легких (Колчинская, 1973) и недостаток кислорода вызывает прирост ЖЕЛ (Алексеева, 1986). Вероятно, для жителей Севера характерен аналогичный механизм увеличения ЖЕЛ. В результате повышения ЖЕЛ и, особенно, РОВд, легочная вентиляция наиболее эффективно и экономно приспособливается к удовлетворению метаболических потребностей организма (Лауэр, Колчинская, 1975).

Таким образом, увеличение ЖЕЛ у северян, по сравнению с жителями более комфортного климата, является адаптивной реакцией, позволяющей улучшить параметры кондиционирования воздуха (Варламова и др., 2008; Варламова, Бойко, 2017).

Форсированная жизненная емкость легких. Различия ФЖЕЛ в годовом цикле установлены (Варламова, Евдокимов, 2006) у женщин 15-79 лет, постоянно проживающих на Севере (62° с.ш.). У обследованных мужчин группы I (табл. 4) значения ФЖЕЛ соответствовали уровню показателей предлагаемых рядом авторов (Леханова, 2001; Клемент, Зильбер, 2002;

Старшов, Смирнов, 2003) и нижней границе значений для мужчин Магадана: 5.1-6.0 л (Бартош, Соколов, 2006) или были даже меньше, чем у мужчин Магадана 17-21 года (Аверьянова, Вдовенко, 2018). При сравнении ФЖЕЛ у мужчин группы I с индивидуальной нормой (Спирограф..., 2002) выявлено, что она в холодное время года была больше нормы в среднем на 4.7% и в теплое время – меньше на 6.9%. Упоминание о такой динамике показателя в литературе не встречено.

Жизненная и форсированная жизненная емкости легких у женщин этого же региона (Варламова и др., 2007; Варламова, Евдокимов, 2008) были выше нормы (Клемент, Зильбер, 2002; Старшов, Смирнов, 2003) во всех возрастных группах. При 10-минутном дыхании человеком газовой смесью, содержащей 17.0% O₂ и 4.0% CO₂, происходило увеличение ЖЕЛ с 2.70 до 3.03 л у мужчин 65-70 лет: возможно увеличение концентрации углекислоты в бронхах может способствовать изменению тонуса бронхиальной мускулатуры и способствовать более позднему закрытию дыхательных путей (Букова, 2011). Вероятно, для жителей Севера характерен аналогичный механизм увеличения ЖЕЛ и ФЖЕЛ.

Закономерности характерные для ЖЕЛ у северян, по-видимому, верны и для ФЖЕЛ. По данным нашего исследования ФЖЕЛ ближе к норме, чем ЖЕЛ, что, вероятно, связано с явлениями бронхоспазма у северян (Авцын и др., 1985). У человека ФЖЕЛ меньше ЖЕЛ (Дембо, 1973; Старшов, Смирнов, 2003) за счет сужения просвета мелких бронхов на 200-300 мл (Дембо, 1973). У обследованных мужчин при форсированном выдохе эта разница достигает 700-1000 мл, являясь, по-видимому, признаком обструкции дыхательных путей у северян, не достигающей, однако, клинически значимых величин. Таким образом, у мужчин-северян форсированная жизненная емкость легких вполне соответствует должным значениям для жителей комфортного климата или превышает их (на 12%) (Максимов, Вдовенко, 2016), однако значительная разница между ЖЕЛ и

ФЖЕЛ (700–1000 мл, против 200–300 мл в норме) свидетельствует о наличии бронхоспазма и обструктивных явлений (Варламова, Бойко, 2017).

Резервный объем вдоха. Статистически значимая разница показателя в годовом цикле выявлена ранее для женщин 15–79 лет, проживающих на этой же территории (Варламова, Евдокимов, 2006; 2008). Резервный объем вдоха определяет способность к увеличению количества вентилируемого воздуха (Дембо, 1973). У мужчин группы I (табл. 5) РОвд составил 30.5% ЖЕЛ (с годовым дрейфом от 2.19 до 1.21 л или от 21.9% до 39.6% ЖЕЛ), что больше чем в работе R. Selig (1966): 1.20–1.50 л и меньше, чем в работах А.З. Колчинской (1973): 2.90 ± 0.18 л и Ю.В. Мойкина (1974): 42–43% ЖЕЛ. Среднемесячная величина РОвд у северян в нашей выборке варьировала от 1.21 до 2.19 л. Существует представление об уровне дыхания, рассчитанном по формуле: $\text{РОВыд} / \text{РОвд}$ (Дембо, 1973). Если уровень дыхания ниже единицы (т.е. объем выдоха меньше, чем вдоха), то эффективность вентиляции больше и наоборот. Уровень дыхания у мужчин был 1.6, что, вероятно, свидетельствует о недостаточно эффективной вентиляции, у обследованных лиц.

Резервный объем выдоха. Среднемесячная величина РОвыд у северян группы I варьировала от 2.26 до 2.86 л или от 40.9% до 51.6% ЖЕЛ (табл. 5), что превышало приводимые в литературе данные (Selig, 1966; Дембо, 1973; Колчинская, 1973; Мойкин, 1974). Уровень дыхания у мужчин был 1.5, что, вероятно, свидетельствует о недостаточно эффективной вентиляции, у обследованных лиц.

По данным литературы (Куликов, Ким, 1987) адаптивные изменения ФВД у приезжих на Северо-Востоке протекают в две фазы. В первой фазе в течение первого года происходит перераспределение легочных объемов, при котором часть РОвыд переходит в остаточный объем. Уменьшение РОвыд сопровождается уменьшением РОвд, в результате чего, резервы вентиляции снижаются наполовину. Во второй фазе адаптации РОвд и РОвыд постепенно восстанавливаются. Большой остаточный объем и большая функциональная остаточная емкость легких не только предохраняют легочную ткань от

случайного охлаждения, но и позволяют стабильно увеличивать ДО в случае необходимости (Куликов, Ким, 1987). Таким образом, у мужчин в условиях Севера объем вдоха в большинстве случаев меньше, а объем выдоха – больше нормы, что может быть связано с адаптивной реакцией на проживание в холодном климате (Варламова и др., 2008).

Объем форсированного выдоха за первые полсекунды (ОФВ0.5). Полученные величины ОФВ0.5 для мужчин Европейского Севера (табл. 5) соответствуют значению этого показателя (Бартош, Соколов, 2006) для мужчин Магадана.

Объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) у мужчин (табл. 5), составил 74.6% ЖЕЛ или 84.6% ДЖЕЛ и соответствовал данным литературы (Selig, 1966; Дембо, 1973; Леханова, 2001; Клемент, Зильбер, 2002; Старшов, Смирнов, 2003). При сравнении ОФВ1 у мужчин группы I с индивидуальной нормой, рассчитанной с учетом пола, возраста, роста и массы тела (Спирограф..., 2002) выявлено, что ОФВ1 была выше нормы в среднем на 6.1% в холодное время и меньше нормы на 5.2% в теплое.

Показатели ОФВ0.5 и ОФВ1 содержат информацию о препятствии для потока воздуха. Они могут быть меньше при процессах, снижающих скорость выдоха, при уменьшении общей емкости легких (Воробьева, 2002). У обследованной группы I мужчин значения ОФВ1 вполне соответствовали должным величинам (4.15 ± 0.25 л) (Старшов, Смирнов, 2003), но были меньше, чем у мужчин 17 лет - 21 года, жителей Магадана (Аверьянова, Вдовенко, 2018). У молодых жителей Магадана (8-28 лет) ОФВ1 находился в пределах должных значений (Бартош, Соколов, 2006). Таким образом, у мужчин объем форсированного выдоха за первые полсекунды и секунду практически не отличается от величин в комфортном климате (Варламова, Бойко, 2017).

Индекс Тиффно у мужчин группы I (табл. 5) составил 75.5 ± 14.4 , что меньше значений (85.4–109.1), приводимых в литературе большинством авторов (Леханова, 2001; Клемент, Зильбер, 2002; Бартош, Соколов, 2006), или

сопоставим с нижней границей нормы 75-83 (Окороков, 2003). При сравнении индекса Тиффно у мужчин группы I с индивидуальной нормой (Спирограф..., 2002) выявлено, что показатель в годовом цикле был меньше на 11.6%.

В одной из наших работ (Бойко и др., 2006) с исследованием ФВД, ПК, продуктов свободнорадикального окисления и других биохимических показателей в годовом цикле, показано, что влияние фактора сезонности доминирует по сравнению с воздействием температурного фактора. Так воздействие сезонности на ПК варьировало от 17 до 35%, особенно заметным эффект был в период восстановления после физической нагрузки. Такая же зависимость (до 51%) прослеживалась для показателей эффективности дыхания: ДК, МОД, ЖЕЛ. Установлены два периода напряжения функции кардио-респираторной системы: ноябрь и апрель. Исследование содержания молекулярных продуктов свободнорадикального окисления выявлено активацию последних в сентябре – марте (Бойко и др., 2006). Показано, что содержание продуктов свободнорадикального окисления отрицательно коррелировало с уровнем естественных антиоксидантов. Активация процессов свободнорадикального окисления предшествовала активации ферментов супероксиддисмутазы (Бойко и др., 2006).

4.2 Динамические характеристики функции внешнего дыхания у мужчин в годовом цикле

Пиковая объемная скорость (максимальная скорость потока, достигаемая в процессе форсированного выдоха). У здоровых лиц ПОС зависит от калибра «центральных» дыхательных путей и силы, развиваемой экспираторными мышцами (Авдеев и др., 2008).

Различия ПОС в годовом цикле у женщин 15-79 лет (62° с.ш.) (Варламова, Евдокимов, 2006; Варламова¹ и др., 2010) вполне согласуются с

динамикой показателя для мужчин группы I (табл. 6) и данными других авторов: 8.6-10.0 л/с (Клемент, Зильбер, 2002; Старшов, Смирнов, 2003; Бартош, Соколов, 2006), но были меньше, чем у мужчин Магадана (Аверьянова, Вдовенко, 2018). С ноября по май у обследованного контингента ПОС была выше нормы на 6.2% (Клемент, Зильбер, 2002), а с июня по сентябрь – ниже на 4.7%.

Мгновенная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ. МОС25 характеризует функцию крупных бронхов (Старшов, Смирнов, 2003). В годовом цикле МОС25 имела различия у женщин 15-79 лет (620 с.ш.) (Варламова, Евдокимов, 2006; 2008), что согласуется с полученными данными для мужчин группы I (Варламова1 и др., 2010). Значения МОС25, у мужчин группы I (табл. 6) совпадали с данными литературы (Клемент, Зильбер, 2002; Старшов, Смирнов, 2003) и были близки к нижней границе показателя (8.7-9.4 л/с) для жителей Магадана (Бартош, Соколов, 2006; Аверьянова, Вдовенко, 2018). В холодное время года у молодых мужчин МОС25 была несколько больше нормы на 7.3%, а в теплое – меньше на 4.5% (Спирограф..., 2002) (рис. 12).

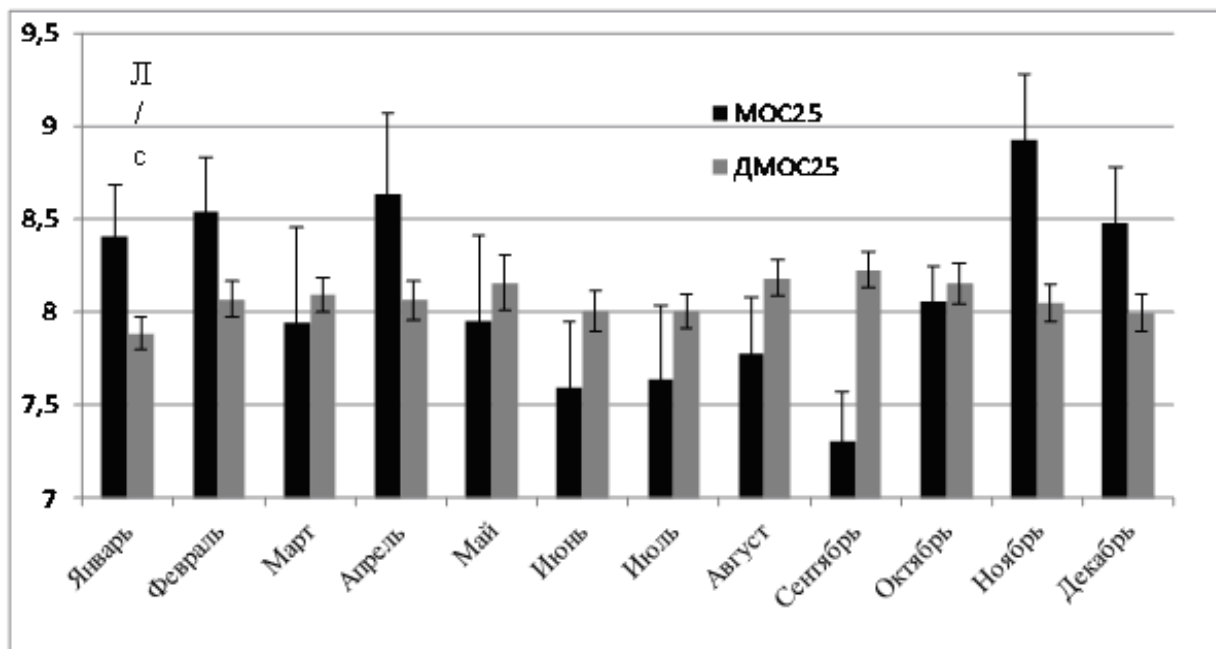


Рисунок 12 - Мгновенная (МОС25) ($p < 0.05$, F-критерий) и должная мгновенная (ДМОС25) объемные скорости в момент выдоха 25% форсированной жизненной емкости легких у мужчин группы I в годовом цикле.

Мгновенная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ. МОС50 характеризует состояние бронхов среднего калибра. Различия МОС50 в годовом цикле выявлены у женщин 15-79 лет (62° с.ш.) (Варламова, Евдокимов, 2006; 2008) и они соответствуют полученным данным и для мужчин группы I (табл. 6). Значения МОС50 у мужчин были ближе к нижней границе нормы: 5.67 ± 0.40 л/с (Клемент, Зильбер, 2002), 5.47-5.95 л/с (Старшов, Смирнов, 2003), меньше, чем у мужчин Магадана: 6.9-7.1 л/с (Бартош, Соколов, 2006), 6.40 ± 0.12 л (Аверьянова, Вдовенко, 2018) и аборигенов Анадыря (119%) (Максимов, Вдовенко, 2016). При сравнении МОС50 у мужчин группы I с индивидуальной нормой, рассчитанной с учетом пола, возраста, роста и массы тела (Спирограф..., 2002) выявлено, что МОС50 в холодное время года была больше нормы на 12.8%, а в теплое – меньше на 3.3%.

В условиях Севера сезонные трансформации метаболизма у человека обуславливают комплексную перестройку физиологических систем, в том числе кардиореспираторной, существенно меняется ПК (Авцын и др., 1985; Бойко¹ и др., 2007). Сезонный прирост МОС50 выявлен в октябре-ноябре и снижение – в апреле-сентябре. Показатель МОС50, характеризующий проходимость бронхов среднего калибра, был максимален в ноябре (6.82 л/сек) и минимален в сентябре (5.21 л/сек) (табл. 6). Наибольший прирост МОС50 сочетался со снижением коэффициента использования кислорода (КИО2) (Бойко² и др., 2007). Бронхиальная проходимость у северян коррелирует с климатическими характеристиками, в январе-марте МОС50 и КИО2 стабилизируются (Бойко² и др., 2007). У обследованной группы мужчин – северян сезонный максимум КИО2 был достигнут в мае-июне, на фоне уменьшения МОС50. Таким образом, одним из механизмов уменьшения КИО2 в начале зимы может быть увеличение скорости прохождения воздуха по бронхиальному дереву, что может привести к гипоксии, вызванной изоляционными реакциями дыхательных путей на фоне

активации свободнорадикальных процессов и недостаточно эффективной работой антиоксидантной системы (Бойко² и др., 2007).

Мгновенная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ отражает скорость выдоха на уровне мелких бронхов (Гудков, Кубушка, 2006). Значения МОС75 у мужчин группы I были выше нормы: 2.78 ± 0.17 л/с (Клемент, Зильбер, 2002), 2.68-2.74 л/с (Старшов, Смирнов, 2003) (табл. 6, рис. 13) и не отличались от таковых у мужчин Магадана (Аверьянова, Вдовенко, 2018).

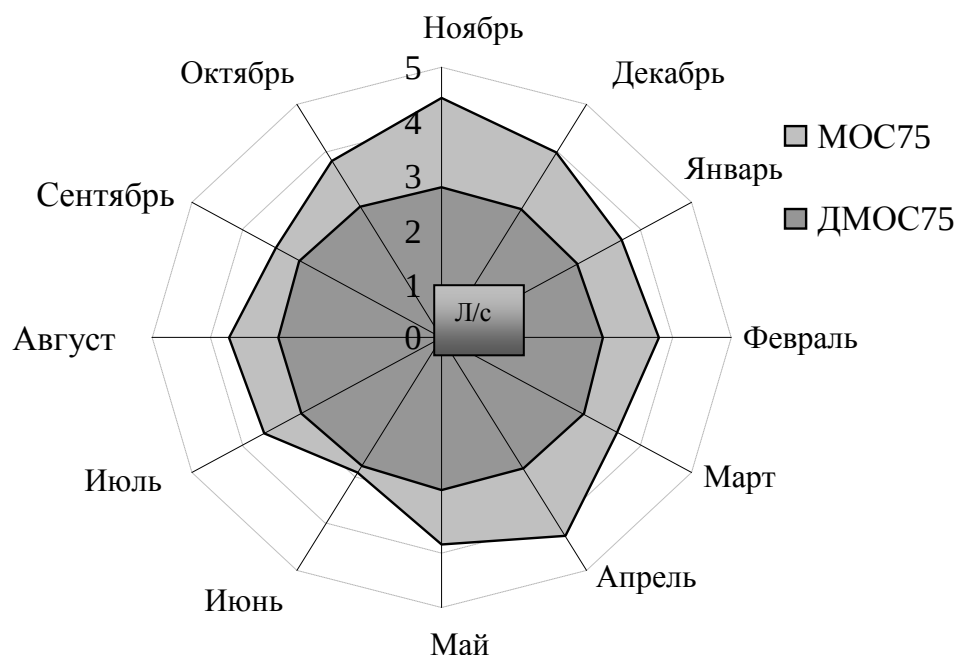


Рисунок 13 - Мгновенная (МОС75) ($p < 0.01$, F-критерий) и должная мгновенная (ДМОС75) объемные скорости в момент выдоха 75% форсированной жизненной емкости легких у мужчин группы I в годовом цикле.

Годовая динамика МОС75 и температуры наружного воздуха находится в противофазе: с увеличением температуры МОС75 уменьшается и наоборот (рис. 13). Различия МОС75 в годовом цикле у молодых мужчин группы I совпадают с таковыми у женщин 15-79 лет (Варламова, Евдокимов, 2006; 2010), проживающих в этой же местности. При сравнении МОС75 у мужчин группы I с индивидуальной нормой, рассчитанной с учетом пола

возраста, роста и массы тела (Спирограф..., 2002) выявлено, что она была выше нормы в среднем на 24.8%. Более высокая МОС75 свидетельствует о повышенном бронхиальном сопротивлении на уровне мелких бронхов, что, по-видимому (Гудков, Кубушка, 2006) является компенсаторным моментом, выполняющим функцию защиты ткани легких от переохлаждения.

Средняя объемная скорость выдоха, определяемая в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ отражает по данным одних авторов (Гудков, Кубушка, 2006) скорость прохождения воздуха в бронхах крупного и среднего калибра, по данным других (Старшов, Смирнов, 2003) - скорость прохождения воздушного потока по бронхам среднего калибра и зависит, главным образом, от силы сокращения дыхательной мускулатуры и проходимости воздухоносных путей (Гудков, Кубушка, 2006).

Различия СОС25-75 в годовом цикле выявлены у женщин 15-79 лет (Варламова, Евдокимов, 2006; 2008), что согласуется с динамикой показателя для мужчин группы I (табл. 7). Величина СОС25-75 у мужчин группы I соответствовала данным литературы (Клемент, Зильбер, 2002; Старшов, Смирнов, 2003), но была меньше, чем у мужчин Магадана (Бартош, Соколов, 2006; Аверьянова, Вдовенко, 2018). При сравнении СОС25-75 у мужчин группы I с индивидуальной нормой (Спирограф..., 2002) выявлено, что она была выше нормы в среднем на 18.6%.

Степень уменьшения мгновенных объемных скоростей выдоха 25%, 50% и 75% ФЖЕЛ отражает динамику сопротивления, оказываемого аппаратом вентиляции дыханию (Воробьева, 2002). У полярников в Антарктиде наблюдалось достоверное ухудшение бронхиальной проходимости, более выраженное у курильщиков и постоянно работающих на открытом воздухе (Деряпа и др., 1975). Исследование функции внешнего дыхания на спирографе КСП-1 у молодых жителей Магадана (8-28 лет), длительно проживающих в условиях Северо-Востока России (Бартош, Соколов, 2004) показало, что основной особенностью внешнего дыхания является значительное увеличение проходимости воздухоносных путей по

сравнению с должными показателями: МОС50, МОС75, СОС25-75 у обследованных молодых людей в среднем на 30-50% превышали должные величины. По мнению авторов, (Бартош, Соколов, 2004) это является отражением компенсаторно-приспособительных процессов и подтверждает, что в условиях Северо-Востока России происходит формирование собственных, экологически обусловленных региональных норм показателей ФВД. Высокая бронхиальная проходимость свидетельствует о сохранении на оптимальном уровне проходимости внутригрудных дыхательных путей (Бартош, Соколов, 2004). По данным литературы (Аверьянова и др., 2015) показатели ФВД у мужчин Магаданской области, как правило, находятся выше должных значений, причем прослеживается тенденция последовательного увеличения величин в ряду от крупных к более мелким структурам бронхиального дерева легких, что согласуется с полученными данными.

При изучении ФВД у мужчин Европейского Севера в годовом цикле (62°с.ш.) выявлено, что статистически достоверно ($p < 0.05-0.01$) по месяцам различались ПОС, МОС25, МОС50, МОС75, ФЖЕЛ. Максимум ПОС приходился на апрель, МОС25 и МОС50 на май, МОС75 на июль. Минимальные значения ПОС, МОС25 и МОС50 приходились на август, а МОС75 – на октябрь (Варламова, Евдокимов, 2008). У мужчин, постоянно проживающих в условиях Севера большинство показателей ФВД, особенно отражающих резервные возможности организма, имели статистически достоверную динамику в годовом цикле (Варламова² и др., 2006).

Таким образом, у молодых мужчин (Варламова^{1,2} и др., 2010) скоростные характеристики ФВД: ПОС, МОС25, и СОС25-75 вполне соответствовали уровню показателей для жителей средних широт, МОС50 и МОС75 были выше, чем у мужчин, проживающих в более комфортном климате, что, свидетельствует об адаптивных реакциях и отражает некоторое ограничение бронхиальной проходимости на уровне средних и, особенно, мелких бронхов.

Частота дыхания. У мужчин Новосибирска 18-22 лет ЧД менялась от 16.7 до 17.8 мин⁻¹ (Власов, Окунева, 1983) и от 9 до 24 мин⁻¹ (Кривошеков и др., 2006). У мужчин Надыма ЧД равнялась 16.1±2.0 мин⁻¹ (Леханова, 2001). По данным А.З. Колчинской (1973) ЧД у мужчин до 30 лет колебалась от 12 до 20 в минуту, что вполне согласуется с полученными данными для мужчин группы I (табл. 7). Однако ЧД, зарегистрированная у обследованных мужчин, была выше, полученной Г.С. Шишкиным и Н.В. Устюжаниновой (2006) для жителей Новосибирска: 14.2±3.7 мин⁻¹. В целом, частота дыхания у молодых мужчин (Варламова¹ и др., 2010), вполне соответствует таковой у жителей более комфортного климата и лишь в работах некоторых авторов (Шишкин, Устюжанинова, 2006) она ниже, чем у обследованного нами контингента.

Вероятно, органы дыхания у человека в условиях Севера подвергаются глубокой приспособительной перестройке, направленной на обеспечение нормальной жизнедеятельности организма. Температура воздуха может являться раздражителем рецепторов верхних дыхательных путей. Прохождение по ним холодного воздуха вызывает изменение глубины и частоты дыхания (Авцын и др., 1985).

Время достижения пиковой объемной скорости. ТПОС у мужчин группы I (табл. 7) не имело статистически значимой разницы в годовом цикле и было 0.19±0.22 с, что значительно меньше, чем у мужчин Магадана: 0.3-0.4 с (Бартош, Соколов, 2006), что, по-видимому, отражает меньшую степень обструкции дыхательных путей у обследованного контингента.

Время форсированного выдоха (ТФЖЕЛ). Молодые мужчины группы I на Европейском Севере (табл. 7) имели время форсированного выдоха сопоставимое с показателями для мужчин Магадана (Бартош, Соколов, 2006).

Функция внешнего дыхания тесно связана с процессами метаболизма в организме человека. Одним из важнейших показателей, необходимым для

жизнедеятельности и обеспечения успешного выполнения различных функций является ПК. В годовом цикле ФВД наблюдаются компенсаторно–приспособительные реакции, направленные на оптимизацию доставки кислорода. Для лучшего понимания регуляции функций организма человека, проживающего в условиях холодного климата, и, учитывая известную связь тиреоидных гормонов и ПК, дополнительно изучено состояние системы гипофиз – щитовидная железа и ПК у той же самой группы молодых людей, у которых исследована ФВД, в условиях хронического охлаждения в течение года (Vojko et al., 2008).

В году имелось два периода (февраль и октябрь) когда в течение одного месяца повышалось содержание тиреотропного гормона (ТТГ). Увеличение ТТГ в октябре на фоне уменьшающихся температур воздуха, по-видимому, является стимулом для активации функции щитовидной железы при вхождении в зиму. В декабре на фоне изоляционных реакций дыхательных путей снижается МОД и увеличивается концентрация ТЗобщ до максимальных годовых значений, вероятно выступающего одним из стимулов активации ФВД и устранения гипоксии. Наиболее низкое ПК в январе, затем росло, но до апреля оставалось на сниженном уровне, и только в мае наблюдалась нормализация аэробного снабжения организма.

В феврале статистически значимый прирост ТТГ, вероятно являлся реакцией на увеличение продолжительности светового дня. В апреле ФВД достигает у молодых людей группы I максимальной стадии адаптированности к холодному периоду года, которая выражается в наибольших в годовом цикле величинах как объемных (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, РОвд), так и динамических (ПОС, МОС25, МОС50, МОС75) характеристик. В этот же период времени минимальны ТТГ и ТЗобщ, которые, вероятно уже в связи с достигнутой целью адаптации к холоду и росту внешних температур уменьшают свое влияние на ФВД (Vojko et al., 2008). По данным литературы (Сидорова и др., 2011) низкий уровень тиреоидных гормонов может влиять на дыхание посредством таких механизмов, как уменьшение метаболической

потребности в кислороде и развитие гиповентиляции легких, т.е. состояний, характерных для более теплого периода года.

Таким образом, нами (Vojko et al., 2008) показано, что хроническое влияние низких температур на организм человека сопровождается активацией метаболизма тиреоидных гормонов и проявляется в накоплении их свободных форм. Холод не вызывает напряжения центрального звена эндокринной системы, и хотя резервы тиреоидных гормонов в крови понижаются, механизм отрицательной обратной связи не активизирован, о чем свидетельствует стабильно невысокий уровень тиреотропного гормона гипофиза. В тоже время световой фактор в условиях хронического охлаждения является более существенным раздражителем, чем температурный, для центрального звена эндокринной системы (Vojko et al., 2008).

Для молодых мужчин, работающих в условиях Севера (62°с.ш.) характерны увеличенные МОД и ЖЕЛ, и большая амплитуда динамических характеристик. Максимальные значения легочных объемов и динамических характеристик наблюдали в холодное время года (с ноября по апрель), минимальные – в теплое (с мая по сентябрь). Годовая динамика показателей позволяет определить периоды наибольшего и наименьшего напряжения ФВД, которые необходимо учитывать при занятии спортом и планирования мер коррекции здоровья в условиях Севера (Варламова, Бойко, 2014).

4.3 Функция внешнего дыхания у лыжников-гонщиков в годовом цикле

Функция внешнего дыхания (ФВД) у лыжников – гонщиков в годовом цикле модулируется как климатическими условиями места пребывания, так и этапами тренировочного процесса. У человека, проживающего в условиях Севера, на ФВД действуют низкие температуры, низкая абсолютная

влажность атмосферного воздуха, высокая ветровая нагрузка и высокая повторяемость погод с температурными инверсиями, имеются функциональное перенапряжение органов дыхания, холодовая гипоксия, нарушения диффузионной способности легких (Гудков² и др., 2017).

Дыхательный объем у лыжников – гонщиков (группа VI) 1.011 ± 0.337 л (табл. 8) был больше на 12.2% ($p < 0.001$), чем у мужчин (группа I) аналогичного возраста (19.0 ± 0.9 года) и сходных антропометрических характеристик (рост 175.5 ± 5.6 см, масса тела 69.9 ± 6.0 кг), работающих в этом же регионе на открытом воздухе (тяжесть труда 3, напряженность 2) но не занимающихся спортом (Варламова и др., 2008). Значения ДО, полученные в нашем исследовании у лыжников-гонщиков, были в большинстве случаев больше, приводимых в литературе (Власов, Окунева, 1983; Эберт и др., 2005; Кривошеков и др., 2006; Шишкин, Устюжанинова, 2006; Ефимова, Попова, 2012; Нореико, 2012; Кривошеков и др., 2013). У взрослого человека ДО достигает 10-20% ЖЕЛ (Лауер, Колчинская, 1975). У лыжников – гонщиков ДО составил 16.0% ЖЕЛ, что вполне согласуется с данными литературы (Лауер, Колчинская, 1975). Увеличение ДО обычно улучшает эффективность газообмена в легких за счет роста альвеолярной вентиляции, величину которой определяет парциальное давление углекислоты в альвеолах, и уменьшения функционального мертвого пространства (Уэст, 1988; Кривошеков и др., 2013). В зимний период (Шишкин, Устюжанинова, 2014) величина ДО регулируется по температуре альвеолярной газовой смеси, которая обусловлена соотношением между ДО и функциональной остаточной емкостью легких. Нарушение этого соотношения ведет к переохлаждению респираторной ткани и развитию воспалительного процесса. Механизм ограничения ДО в холодное время года, по-видимому, связан с бронхиальной проходимостью, поскольку зимой появляется выраженная зависимость ДО от ОФВ1: при уменьшении ОФВ1 и снижении бронхиальной проходимости ДО значительно уменьшается, а частота дыханий, наоборот, увеличивается (Шишкин, Устюжанинова, 2014).

Минутный объем дыхания (табл. 8), наиболее ярко отображает функциональные особенности аппарата внешнего дыхания (Ефимова, Попова, 2012) и как показатель, тесно связанный с изменениями ДО и ЧД, наиболее точно определяет степень адаптации и выраженность приспособительных механизмов (Гудков и др., 2016). У спортсменов среднегодовое значение МОД меньше на 9.7%, чем у мужчин (группа I) аналогичного возраста, работающих в этом же регионе на открытом воздухе, но не занимающихся спортом (рис. 14) (Варламова и др., 2008).

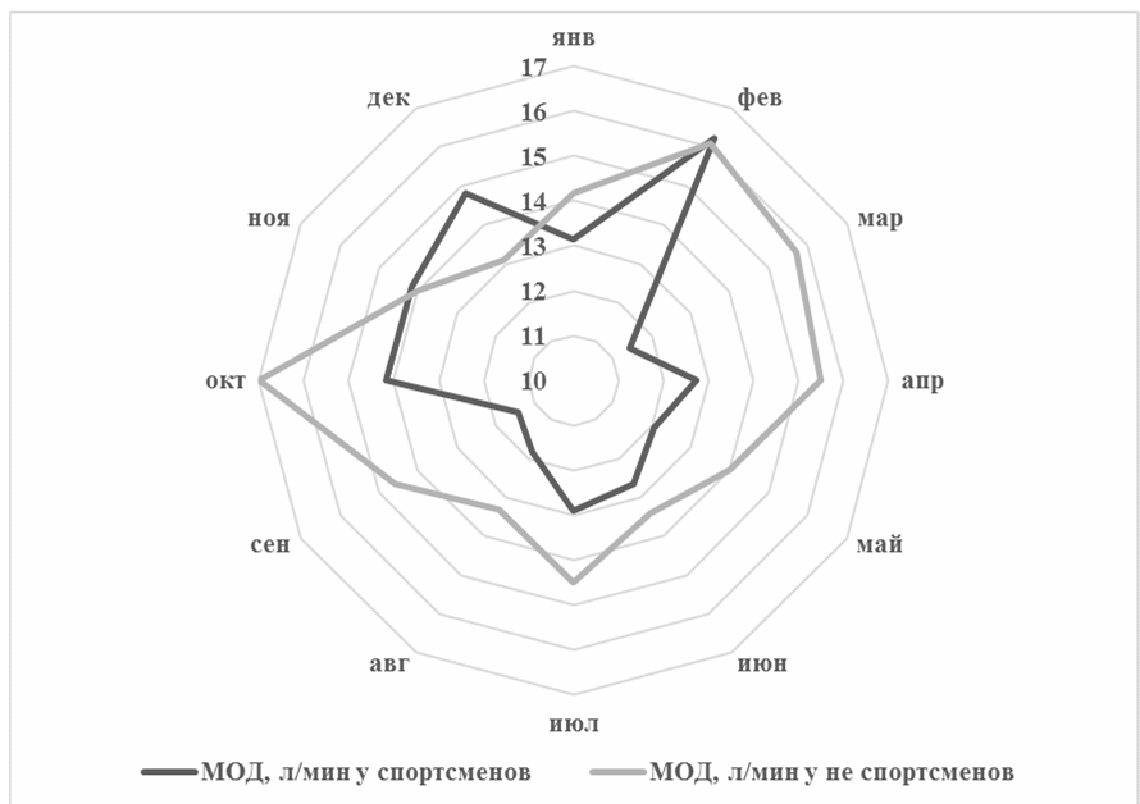


Рисунок 14 - Минутный объем дыхания (МОД) у лыжников - гонщиков (группа VI) и мужчин, не занимающихся спортом (группа I) в годовом цикле ($p < 0.05$, F-критерий).

В феврале, ноябре и декабре выявлена тенденция к увеличению МОД у лыжников-гонщиков по сравнению с мужчинами, не занимающимися спортом. В целом, у лыжников-гонщиков МОД был больше на 12.2-25.7%, чем у студентов Архангельска, на 22.3%, чем у лиц 18-23 лет, постоянно

проживающих на Европейском Севере (Попова, 2007) и чем у жителей более комфортного климата (Selig, 1966; Власов, Окунева, 1983; Шишкин, Устюжанинова, 2006; Кривошеков и др., 2013;). У лыжников–гонщиков МОД был меньше, чем у жителей Надыма - 18.4 ± 2.4 л/мин (Леханова, 2001). Уменьшение МОД у лыжников–гонщиков, по сравнению с жителями Надыма могло быть обусловлено различием климатических факторов, более жестких в Надыме и вызывающих выраженный адаптивный ответ со стороны дыхательной системы. А более низкие значения МОД у спортсменов, по сравнению с не занимающимися спортом, в этом же регионе – более ранней в годовом цикле адаптацией к холодному периоду года в силу постоянных тренировок на открытом воздухе (Варламова¹, 2017) и более эффективной ликвидацией метаболического ацидоза. По данным литературы (Шишкин, Устюжанинова, 2014) зимой повышается сопротивление воздухоносных путей, и ограничение МОД уменьшает охлаждение легких. Исследования МОД в годовом цикле позволили уточнить месяцы максимального и минимального значения показателя (соответственно, февраль и сентябрь), тогда как по данным исследователей сезонных циклов (Шишкин, Устюжанинова, 2014) это лето и зима.

Минимальное значение МОД в сентябре (11.42 ± 4.11 л/мин) статистически значимо не отличается от такового у лыжников Новосибирска, со сходными антропометрическими параметрами и возрастом (Кривошеков и др., 2013). Уменьшение МОД в летнее время может быть связано с уменьшением количества функционирующих ацинусов (Шишкин и др., 2014).

Экологически обусловленные физиологические реакции у жителей Севера являются фоном, на котором протекают все жизненные процессы в годовых и сезонных циклах. Причем сам фон, модулируется погодно – климатическими годовыми циклами, так если исследование проводить в теплое время года, то возрастные сдвиги меньше, чем в холодное и ряд показателей кардиореспираторной функции летом ближе к норме, чем зимой

(Varlamova et al., 2008; 2010), что мы и видим при рассмотрении годовой динамики ФВД.

Увеличение МОД связано с развитием гипервентиляционного синдрома у северян (Куликов, Ким, 1987; Анциферова, 1999; Евдокимов и др., 2007), который сочетается с повышенным потреблением кислорода, снижением показателей бронхиальной проходимости (Авцын и др., 1985; Куликов, Ким, 1987) и определяется компенсаторной перестройкой процессов жизнеобеспечения на биохимическом уровне (Анциферова, 1999). Оно свидетельствует об увеличении количества функционирующих альвеол и обусловлено, главным образом, гиперкапническим стимулом, который связывает дыхание с интенсивностью метаболизма. Достоверное повышение количества, выделенного CO_2 у жителей Севера (Евдокимов и др., 2007) подтверждает, вероятно, смещение кислотно–щелочного равновесия в сторону ацидоза (Анциферова, 1999).

Увеличение МОД при повышении pCO_2 в артериальной крови обусловлено, главным образом, реакцией центральных хеморецепторов на рост концентрации ионов H^+ во внеклеточной жидкости мозга. Кроме того, определенную роль играет импульсация, поступающая от периферических хеморецепторов, реагирующих как на повышение pCO_2 , так и на понижение pH артериальной крови (Уэст, 1988).

Метаболический ацидоз компенсируется легкими: увеличивается вентиляция, что приводит к снижению PCO_2 и восстановлению соотношения $\text{HCO}_3^-/\text{PCO}_2$. Основным стимулятором дыхания, в данном случае, служит действие ионов H^+ на периферические хеморецепторы (Гудков, Лабутин, 2000). Максимальное увеличение МОД зимой согласуется с данными литературы (Гудков и др., 2016). Длительная гипоксемия, усиливающаяся в холодное время года у северян, повышает свободно–радикальные процессы и снижает содержание антиоксидантов в организме (Величковский, 2013). При высоких скоростях вентиляции верхних дыхательных путей во время

физических упражнений (более 280 л/мин) вероятность потери воды из нижних дыхательных путей является значительной (Carlsen et al., 2008).

Прямое действие охлажденного и сухого воздуха на верхние дыхательные пути и бронхиальное дерево, на кожу лица – зону иннервации тройничного нерва – вызывает снижение температуры слизистых оболочек воздухоносных путей, рефлекторное сужение просвета и сокращение гладкомышечного каркаса бронхов. Вследствие этого снижается проходимость дыхательных путей, что приводит к значительному напряжению дыхания, как у приезжего, так и коренного населения (Милованов, 1981).

С помощью теплового картирования при увеличении вентиляции продемонстрировано (Carlsen et al., 2008) снижение температуры от верхней части трахеи до субсегментарных бронхов. Охлаждение дыхательных путей может стимулировать рецепторы в них, вызывая рефлекторное сужение бронхов. Кроме того, из-за вазоконстрикции бронхиального кровообращения, вызванного холодным воздухом, может возникнуть вторичная реактивная гиперемия с последующим отеком и сужением дыхательных путей (Carlsen et al., 2008). Некоторые факторы окружающей среды могут еще больше усугубить воздействие интенсивной тренировки на дыхательные пути. Холодный воздух и респираторные инфекции у лыжников оказывают неблагоприятное влияние на состояние дыхательных путей (Carlsen et al., 2008) и спортивный результат.

Жизненная емкость легких определяет максимально возможную глубину дыхания и поэтому является важным показателем функциональных возможностей ФВД (Ефимова, Попова, 2012). У лыжников–гонщиков во все месяцы ЖЕЛ (табл. 8, рис. 15) была больше на 25% индивидуально

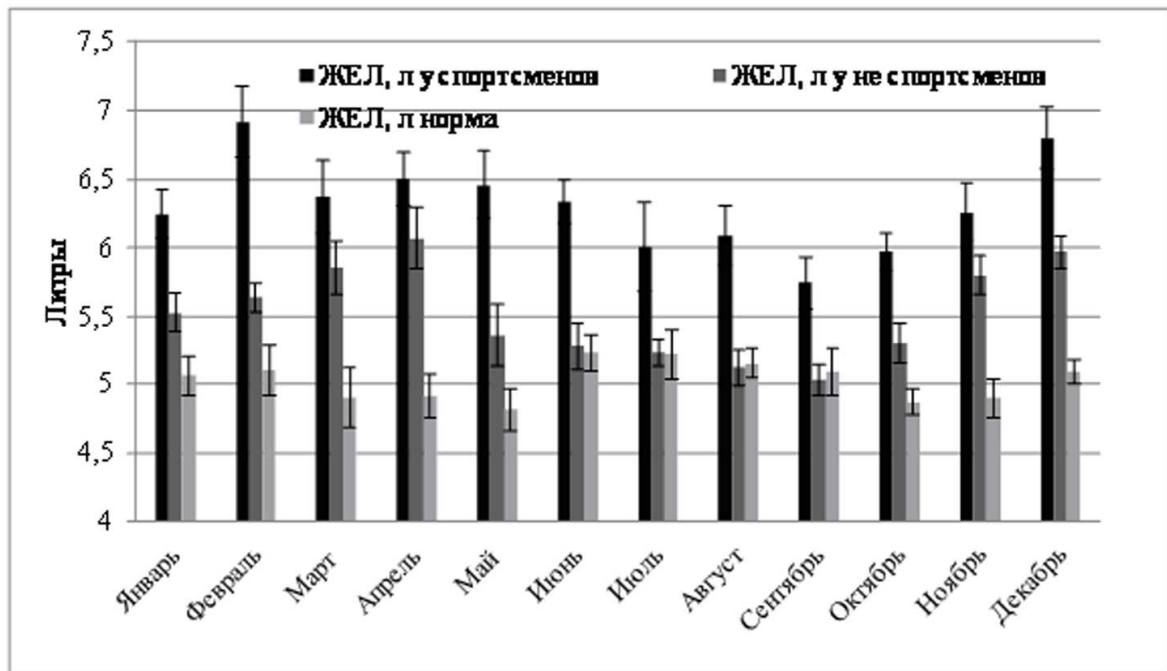


Рисунок 15 – Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) у спортсменов (группа VI) и не занимающихся спортом (группа I) в сравнении с нормой (Старшов, Смирнов, 2003) в годовом цикле ($p < 0.05-0.001$, F-критерий).

рассчитанной с учетом роста, массы тела и возраста нормы (Старшов, Смирнов, 2003). У мужчин, не занимающихся спортом (группа I) ЖЕЛ была больше нормы (Старшов, Смирнов, 2003) во все месяцы с тенденцией к снижению меньше нормы в августе и сентябре. То есть у спортсменов происходят более глубокие адаптивные изменения ЖЕЛ. Значения ЖЕЛ у лыжников-гонщиков (группа VI) (рис. 15) превышали таковые, приведенные в литературе (Власов, Окунева, 1983; Старшов, Смирнов, 2003), в том числе и для лиц, работающих в холодном климате (Шишкин, Устюжанинова, 2012; Гудков и др., 2016), в зимнее время (Ефимова, Попова, 2012; Гудков и др., 2016) и занимающихся лыжными гонками (Эберт и др., 2005). У обследованного контингента (группа VI) ЖЕЛ в разные месяцы колебалась от 112,9% (сентябрь) до 135,7% (февраль) должных значений (Старшов, Смирнов, 2003) и была больше, чем у практически здоровых русских, жителей Надыма (Величковский, 2013), мужчин от 21 года до 46 лет Украины (Норейко, 2012) и больше на 25,6% по сравнению с индивидуальной

нормой (Спирограф...2002) и больше на 12.8%, чем у мужчин группы I проживающих в этой же географической точке, но не занимающихся спортом.

По данным литературы (Гудков и др., 2016) лыжники массовых разрядов, уроженцы Европейского Севера, осенью и летом имеют ДО равный 17,0 % ЖЕЛ, зимой и весной до 23.5% ЖЕЛ или (Эберт и др., 2005) от 14.0 % (весна) до 15.6% (лето) ЖЕЛ. Наши исследования показали, что в январе доля ДО в ЖЕЛ достигает 15.0%, в июле – 15.6%, а в месяцы с максимальной (февраль) и минимальной (сентябрь) ЖЕЛ – соответственно 17.4 и 15.0%, что вполне согласуется с данными литературы и в резерве при спокойном дыхании находится от 82.6 до 85.0% ЖЕЛ. У лыжников–гонщиков, обследованных нами, ЖЕЛ была больше на 12.3%, чем у мужчин, не занимающихся спортом (группа I).

Диффузионная способность пропорциональна емкости легких (Колчинская, 1973) и недостаток кислорода вызывает прирост ЖЕЛ (Алексеева, 1986). Нарастание величины ЖЕЛ от теплого к холодному времени года способствует увеличению дыхательной поверхности легких и, тем самым, создает условия для более эффективного приспособления легочной вентиляции к удовлетворению повышенных метаболических потребностей организма зимой (Ефимова, Попова, 2012). У спортсменов - северян, по сравнению с жителями более комфортного климата, увеличение ЖЕЛ является адаптивной реакцией, позволяющей улучшить параметры кондиционирования воздуха.

Форсированная жизненная емкость легких. Динамика ФЖЕЛ зависит от сезонных изменений внешней среды (Эберт и др., 2005). У обследованных спортсменов (группа VI) (табл. 8) значения ФЖЕЛ в годовом цикле колебались от 105.3% (октябрь) до 130.1% (декабрь) должных величин (Старшов, Смирнов, 2003) и были больше показателей предлагаемых рядом авторов (Леханова, 2001; Старшов, Смирнов, 2003; Эберт и др., 2005; Бартош, Соколов, 2006; Шишкин, Устюжанинова, 2012). У человека ФЖЕЛ

меньше ЖЕЛ (Дембо, 1973; Старшов, Смирнов, 2003) за счет сужения просвета мелких бронхов на 200-300 мл (Дембо, 1973). У обследованных спортсменов при форсированном выдохе эта разница в среднем достигает 704 мл, являясь, по-видимому, признаком обструкции дыхательных путей у северян, не достигающей клинически значимых величин. Таким образом, у лыжников–гонщиков (группа VI) ФЖЕЛ больше индивидуальной нормы (Спирограф..., 2002) на 16.8% и больше должных значений, чем у мужчин, не занимающихся спортом (группа I) на 11.3 %. У жителей комфортного климата и разница между ЖЕЛ и ФЖЕЛ (704 мл, против 200-300 мл в норме) вероятно, свидетельствует о наличии бронхоспазма и обструктивных явлений. И если у мужчин, не занимающихся спортом ФЖЕЛ в течение года то больше, то меньше индивидуально рассчитанной нормы, то у лыжников гонщиков она всегда больше нормы, что свидетельствует о более глубоких адаптивных изменениях ФВД при занятиях спортом. Спортсмены (лыжные гонки, биатлон), занимающиеся зимними видами спорта, повседневная активность которых связана с повторяющимися интенсивными нагрузками в условиях низкой влажности и температуры окружающей среды составляют группу риска по развитию синдрома бронхообструкции. Ведущим механизмом развития бронхоспазма, вызванного физической нагрузкой, является повышение осмolarity золя, выстилающего реснитчатый эпителий респираторного тракта, с последующей дегрануляцией тучных клеток и сокращением гладкой мускулатуры бронхов. У спортсменов с диагностированным бронхоспазмом определен более низкий исходный уровень NO в выдыхаемом воздухе (Никитина и др., 2015). По данным литературы (Эберт и др., 2005) ФЖЕЛ у лыжников максимальна зимой и минимальна весной. У обследованного контингента лыжников-гонщиков ФЖЕЛ максимальна в феврале и минимальна в июле, что несколько расходится с данными в работе Эберт Л.Я. с соавторами (2005), однако подтверждает сезонный дрейф показателя у спортсменов.

Резервный объем вдоха. Резервные объемы вдоха и выдоха определяют способность дыхательной мускулатуры увеличивать количество вентилируемого воздуха, и северяне обладают большей возможностью для увеличения легочной вентиляции (Дембо, 1973; Ефимова, Попова, 2012). У лыжников–гонщиков (группа VI) РОвд (табл. 9) был больше на 0.224 л (13.3%), ($p < 0.05$), чем у молодых мужчин (группа I) не спортсменов (Варламова и др., 2008) и меньше на 0.937 мл, чем у практически здоровых мужчин от 21 года до 46 лет, жителей Украины (Норейко, 2012) и лыжников Челябинска, кроме марта-апреля, июля и октября–ноября (Эберт и др., 2005). Весной (март) РОвд был больше на 17.7% (табл. 9), чем у студентов Архангельска (Ефимова, Попова, 2012), а летом – меньше на 27.9%. Авторы (Ефимова, Попова, 2012; Гудков и др. 2016), в отличие от нашего исследования, не выявили сезонного изменения показателя. У спортсменов в нашей выборке РОвд составил 30.3% ЖЕЛ, что больше чем в работе R. Selig (1966) и меньше, чем в работах А.З. Колчинской (1973) и Ю.В. Мойкина (1974): 42-43% ЖЕЛ.

Резервный объем выдоха. У обследованных лыжников–гонщиков (группа VI) РОвыд (табл. 9) был больше на 1.486 л (59.2%), ($p < 0.001$), чем у молодых мужчин, не занимающихся спортом (Варламова и др., 2008), больше на 1.196 л, чем у мужчин 18-23 лет, постоянно проживающих на Европейском Севере (Попова, 2007), больше на 2.044 л, чем у мужчин Украины (Норейко, 2012) и зависел от сезонных изменений внешней среды (Эберт и др., 2005). Среднемесячная величина РОвыд у спортсменов составляла 63.3% ЖЕЛ, что превышало приводимые в литературе данные (Selig, 1966; Дембо, 1973; Мойкин, 1974). Зимой (февраль) РОвыд был больше на 34.9% (табл. 9), а весной (март) – на 8.0% чем у студентов Архангельска (Ефимова, Попова, 2012). Уровень дыхания у лыжников-гонщиков группы VI был 2.1, что, вероятно, свидетельствует о недостаточно эффективной вентиляции, у обследованных лиц.

Таким образом, как у мужчин не занимающихся спортом, так и лыжников-гонщиков в условиях Севера объем вдоха в большинстве случаев меньше, а объем выдоха – больше нормы, что может быть связано с адаптивной реакцией на проживание в холодном климате.

Объем форсированного выдоха за первые полсекунды (ОФВ0.5). Интегральным показателем бронхиальной проходимости и усилия, развиваемого дыхательными мышцами, является величина объема форсированного выдоха. Полученные величины ОФВ0.5 для лыжников-гонщиков (табл. 9), проживающих на Европейском Севере, больше на 25.9% ($p < 0.001$), чем у мужчин, не занимающихся спортом (Варламова и др., 2008) и больше, чем у мужчин 18-23 лет Архангельска (Попова, 2007), но соответствовали значению этого показателя для мужчин Магадана (Бартош, Соколов, 2006). Элитные спортсмены, тренирующиеся на выносливость, испытывают сезонные колебания реактивности дыхательных путей. Конкретные стимулы, которые вызывают это, неизвестны, но предполагается, что это связано с воздействием холодного сухого воздуха и/или вдыхаемых раздражителей (Hemingson et al., 2004).

Объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1). Из всех показателей функции дыхания ОФВ1 является наиболее важным (Чучалин и др., 2014, Ковалькова и др., 2017). Он относительно независим от усилия, приложенного во время маневра выдоха, и отражает свойства легких и дыхательных путей. Это наиболее воспроизводимый, часто используемый и самый информативный показатель спирометрии (Чучалин и др., 2014), отражает состояние проходимости бронхов, может снижаться как при обструктивных, так и при рестриктивных вентиляционных нарушениях (Ковалькова и др., 2017).

Максимальный и минимальный ОФВ1 (табл. 9, рис. 16) в феврале и октябре составляли от 105.6% до 131.3 % должных значений (Старшов, Смирнов, 2003). В качестве объективного подтверждения бронхоспазма рассматривается снижение ОФВ1 на 10 % и более (Никитина и др., 2015). В

наших исследованиях годовой дрейф показателя составил 16.8 %, причем кроме апреля-мая и ноября-декабря ОФВ1 был меньше на 11.0-15.0%, чем в феврале, однако, в нашем случае это не может рассматриваться как развитие бронхоспазма, а скорее всего – это рост тренированности дыхательной системы и адаптации ее к погодным условиям региона. У спортсменов (группа VI) ОФВ1 был больше на 0.759 мл (10.8%, $p < 0.001$), чем у мужчин аналогичного возраста и роста не занимающихся спортом (группа I) (рис. 15) (Варламова и др., 2008) и практически здоровых мужчин 21 года - 46 лет Украины (Норейко, 2012). У лыжников-гонщиков ОФВ1 был больше индивидуальной нормы на 16.8% и никогда в течение года не был меньше нормы, тогда, как у мужчин группы I в холодное время года он был больше нормы на 6.0%, а в теплое – меньше на 5.2%.

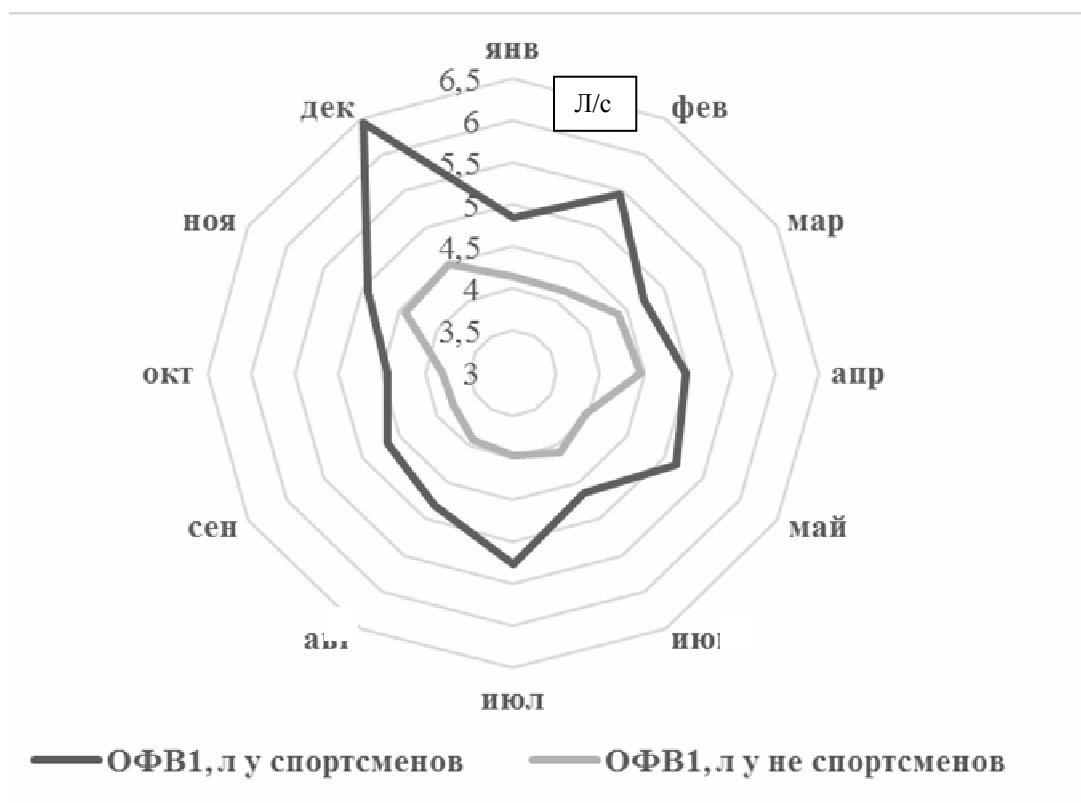


Рисунок 16 - Объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) у лыжников – гонщиков (группа VI) ($p < 0.05$) и мужчин, не занимающихся спортом (группа I) ($p < 0.01$) в годовом цикле (F-критерий).

У лыжников–гонщиков ОФВ1 составил 77.4% ЖЕЛ, что соответствовало данным литературы (Selig, 1966; Леханова, 2001; Старшов, Смирнов, 2003; Варламова и др., 2008).

Показатели ОФВ0.5 и ОФВ1 содержат информацию о препятствии для потока воздуха. Они могут быть меньше при процессах, снижающих скорость выдоха, при уменьшении общей емкости легких. У обследованной группы спортсменов значения ОФВ1 были больше должных величин (Старшов, Смирнов, 2003) на 6.9-23.3%. У молодых жителей Магадана (8-28 лет) ОФВ1 находился в пределах должных значений (Бартош, Соколов, 2006).

При исследовании методом спирометрии 18 элитных лыжников–гонщиков после прохождения 2,5 км показано снижение ОФВ1 на 10% у 9 испытуемых. По мнению авторов (Rundell et al., 2003) бронхоконстриктивная дисфункция при физической нагрузке отличается от таковой при бронхиальной астме, еще не имеет четкого определения и после длительной физической нагрузки может влиять на работоспособность. Однако, распространенность бронхоспазма среди лыжников и биатлонистов, вызванного физической нагрузкой, невысока и составляет менее 6.5% (Никитина и др., 2015).

Индекс Тиффно является важным спирометрическим показателем, особенно при необходимости дифференцировать обструктивные и рестриктивные нарушения (Чучалин и др., 2014). У лыжников–гонщиков (табл. 9) индекс Тиффно был больше на 2.6 единицы (3.1%), ($p < 0.05$), чем у не спортсменов (Варламова и др., 2008) и по сравнению с индивидуальной нормой (Спирограф..., 2002) - меньше на 14.7%. В целом, легочная вентиляция зависит от сопротивления дыхательных путей воздушному потоку и растяжимости (комплаентности) легких и грудной клетки (Lutfi, 2017). Элитные спортсмены, тренирующиеся на выносливость (Hemingson et al., 2004) испытывают сезонные колебания реактивности дыхательных путей. Конкретные стимулы, которые вызывают это, неизвестны, но

предполагается, что это связано с воздействием холодного сухого воздуха и/или вдыхаемых раздражителей. Отмечено повышение бронхиальной реактивности в соревновательный сезон у лыжников–гонщиков в период прохождения ими военной службы, по сравнению с обычными призывниками. У лыжников в соревновательный период в бронхах имелись лимфоидные агрегаты и признаки бронхиального ремоделирования (Carlsen et al., 2008).

Таким образом, у тренирующиеся лыжников–гонщиков ФВД испытывает влияние как погодно-климатических условий региона, так и тренировочного процесса. В нашей работе (Варламова и др., 2008) у молодых мужчин, не занимающихся спортом, в годовом цикле выявлено влияние месяца, как фактора на объемные характеристики ФВД. Наибольшее влияние климатические условия месяца оказывали на ЖЕЛ, ФЖЕЛ и МОД (соответственно, 15.7, 15.5 и 12.6%; $p < 0.05-0.01$). Индекс Тиффно и РОвыд не имели статистически значимых влияний месяца обследования. На остальные показатели: ДО, РОвд, ОФВ0.5 и ОФВ1 влияние месяца, как фактора, составляло 7.5-9.9% ($p < 0.05-0.01$). У лыжников–гонщиков тренировочный процесс оказывал наибольшее влияние, по сравнению с не занимающимися спортом, вызывая увеличение РОвыд на 59.2%, ОФВ 0.5 - на 25.9%, ФЖЕЛ - на 20.3%, ОФВ1 – на 18.4%, ЖЕЛ – на 14.1%, ДО – на 13.9%, РОвд – на 13.3%, индекс Тиффно – на 3.4% и уменьшение МОД на 9.1%.

У лыжников – гонщиков 4 из 9 показателей ФВД достигли своего пика в феврале, у мужчин, не занимающихся спортом – в декабре и апреле (по три показателя). Минимальные значения показателей ФВД у спортсменов были характерны для сентября – октября (по три показателя), у не спортсменов – для сентября (4 показателя из 9). По-видимому, у лыжников–гонщиков, постоянно выполняющих максимальные физические нагрузки на открытом воздухе, адаптация ФВД к холодному периоду года происходит на два месяца раньше (февраль), чем у мужчин не спортсменов (апрель). Наиболее благоприятные условия для функционирования ФВД в обеих группах

характерны для сентября, а у спортсменов пролонгируются и на октябрь. По мнению Шишкина Г.С. соавторами (2014) функциональную организацию системы внешнего дыхания в летнее время года можно считать базовой, поскольку уровень энергетических процессов в организме в это время самый низкий (Шишкин и др., 2014). Мы на основе изучения годового цикла ФВД считаем, что это период позднего лета и ранней осени.

4.4 Функция внешнего дыхания у мужчин и женщин в тепле и на холоде

Подавляющее большинство исследований ФВД выполнено в тепле, что позволяет оценить лишь следовые реакции респираторной системы в ответ на воздействие холодного воздуха. У жителей Европейского Севера динамика вентиляции легких при дыхании воздухом отрицательной температуры до настоящего времени практически не изучена, особенно у женщин, имеются лишь единичные работы в этом направлении (Гудков А.Б., Попова О.Н., 2012).

При дыхании холодным воздухом от системы внешнего дыхания требуется выполнение противоположно направленных функциональных изменений: с одной стороны, увеличение легочного газообмена для обеспечения повышенных энерготрат, а с другой – уменьшение контакта легких с низкотемпературным воздухом для защиты респираторных отделов легких от возможного холодового поражения. Обеспечение энергетического запроса «требуется» игнорировать защитные стимулы, что угрожает проникновению охлажденных воздушных масс в респираторные отделы, ухудшает условия массопереноса кислорода через аэрогематический барьер и может оказывать прямое повреждающее действие на респираторные отделы легких (Гудков, Попова, 2012). При очень низкой или при очень высокой интенсивности вентиляции холодный воздух может проникать глубоко в

легкие. Ингаляция холодного воздуха может провоцировать воспалительные реакции в слизистой оболочке (Holmer, 1998).

Объемные характеристики ФВД и частота дыхания. Принято различать три уровня напряжения (Holmer, 1998) при различных температурах: легкое, умеренное и сильное. Наши исследования выполнены при температуре воздуха от 0 до -14°C , что соответствует легкому и умеренному напряжению. При исследовании ФВД (Гудков, Попова, 2012) у мужчин и женщин аналогичного возраста, роста и массы тела в диапазоне температур от -6 до -12°C и экспозиции 30 минут выявлено увеличение ДО у мужчин на 21.8% и женщин на 23.8%. В нашем исследовании меньше половины контингента (26.1% мужчин, группа IV и 44.4% женщин, группа V) отреагировали увеличением ДО при дыхании холодным воздухом (Варламова и др., 2014) (рис. 17).

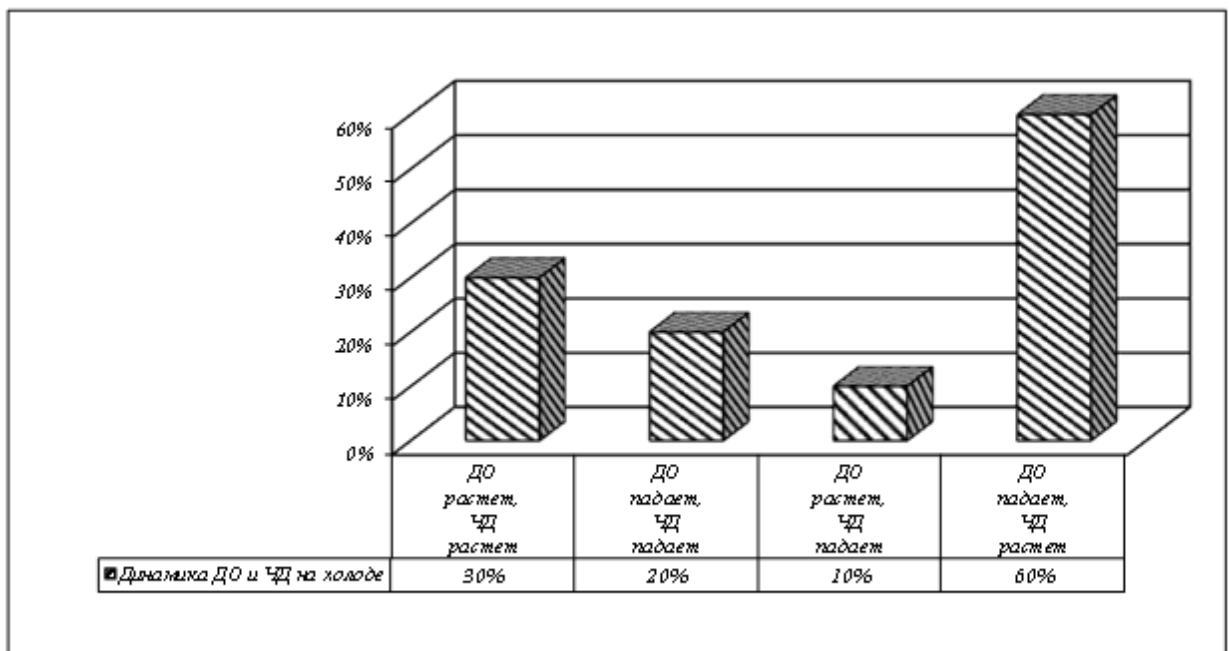


Рисунок. 17 - Варианты динамики дыхательного объема (ДО) и частоты дыхания (ЧД) у мужчин (группа IV) и женщин (группа V) на холоде.

У одного мужчины (4.3%) ДО в тепле и на холоде был одинаковым. Большая часть женщин (55.6%) и мужчин (69.6%) в условиях холода уменьшили ДО. По-видимому, меньшее нахождение в условиях холода в

наших исследованиях (15 минут) и довольно значительный процент разнонаправленных индивидуальных реакций, не привели к статистически значимому изменению этого показателя.

Тенденция к увеличению ЧД на холоде согласуется с данными литературы (Гудков, Попова, 2012). Выявлены индивидуальные варианты реакции: у 66.7% женщин и 50.0% мужчин дыхание на холоде стало более частым, у 16.6% женщин и 27.3% мужчин – не изменилось, у остальных (16.7% женщин и 22.7% мужчин) ЧД на холоде уменьшилась (рис. 17).

Величина МОД у мужчин при дыхании холодным воздухом достоверно увеличилась на 16.2%, у же – на 21.7% (Гудков, Попова, 2012), что согласуется с полученными данными для женщин - тенденции к приросту МОД на 17.9% и противоречит результатам, полученным для мужчин – уменьшение МОД на холоде на 6.7%. В наших исследованиях увеличение МОД на холоде произошло у 61.1% женщин и 27.3% мужчин. Варианты изменения МОД, за счет динамики ДО и ЧД у мужчин и женщин представлены на рис. 18.

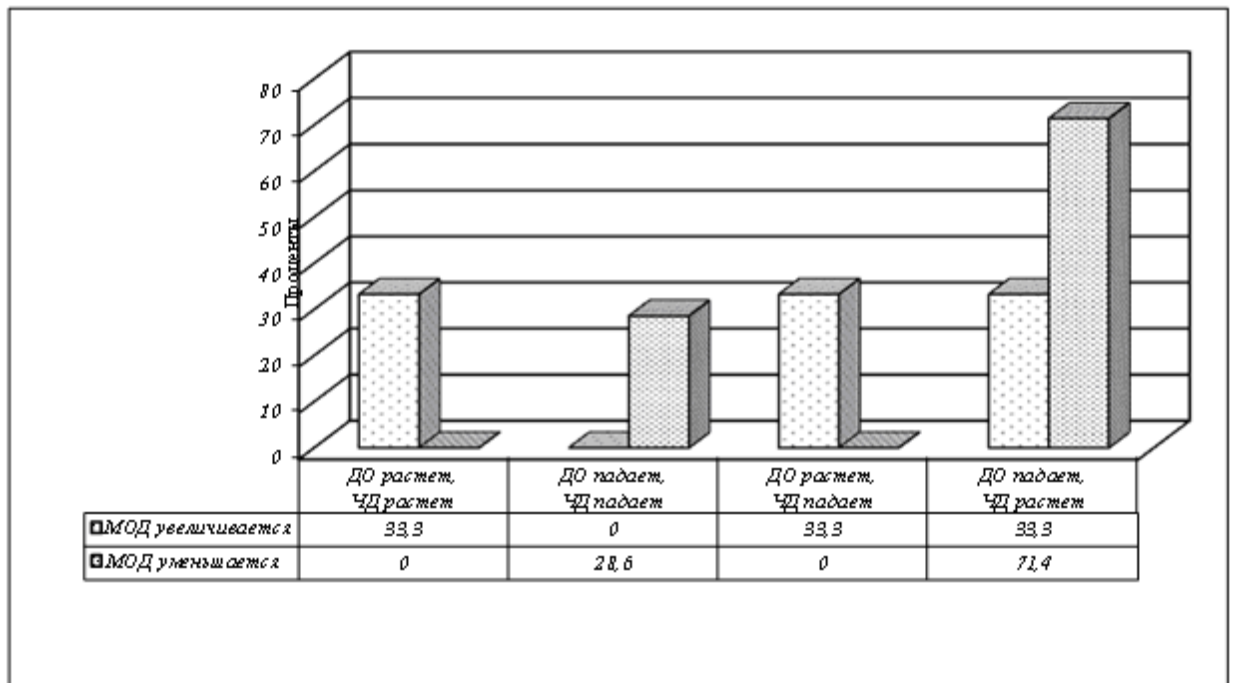


Рисунок 18 - Варианты динамики минутного объема дыхания (МОД) у мужчин (группа IV) и женщин (группа V) на холоде (ДО – дыхательный объем, ЧД – частота дыхания).

На холоде МОД уменьшился у 38.9% женщин и 72.7% мужчин. В работе Гришина О.В. и Симоновой Т.Г. (1998) показано, что у 15 мужчин в возрасте 22-40 лет, некоренных жителей Севера, работающих 3-6 часов в день на холоде на полуострове Таймыр в покое при дыхании воздухом комнатной температуры ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) и наружным воздухом с температурой $-19 \pm 5^\circ\text{C}$ МОД на холоде достоверно ($p < 0.05$) увеличился с 8.5 ± 0.3 до 10.1 ± 0.2 л/мин (на 11.9%), что согласуется с нашими данными для женщин, но находится в противоречии с результатами, полученными у мужчин. Известна роль терморецепторов верхних дыхательных путей, холодовая стимуляция которых приводит к снижению легочной вентиляции (Гришин, Симонова, 1998).

По данным литературы (Гудков, Попова, 2012) увеличение МОД на холоде у мужчин происходит за счет возрастания ДО, у женщин - ДО и ЧД. Наши результаты свидетельствуют о тенденциях к уменьшению у мужчин ДО и увеличению ЧД. У женщин – как и в работе А.Б. Гудкова и О.Н. Поповой (2012), на холоде увеличиваются и ДО и ЧД. Можно предполагать, что увеличение легочной вентиляции направлено на повышение газообмена в респираторной зоне легких (Гудков, Попова, 2012). Гипервентиляция приводит к респираторному алкалозу, который вызывает сдвиг кривой диссоциации кислорода влево. Этот сдвиг способствует связыванию кислорода в легких, но мешает его выделению в тканях (Ульмер, 1986).

Динамика ЖЕЛ на холоде была статистически достоверной ($p < 0.01-0.001$) и однонаправленной как у мужчин, так и у женщин. Уменьшение ЖЕЛ на холоде у мужчин на 16.9% и у женщин на 14.1 % ($p < 0.001$) сравнимо с цифрами, особенно, для женщин, приведенными в литературе (Гудков, Попова, 2012) (11.6% у мужчин и 14.6% у женщин). На холоде ЖЕЛ в наших исследованиях уменьшилась у 85.0% женщин и 91.3% мужчин (рис. 19),

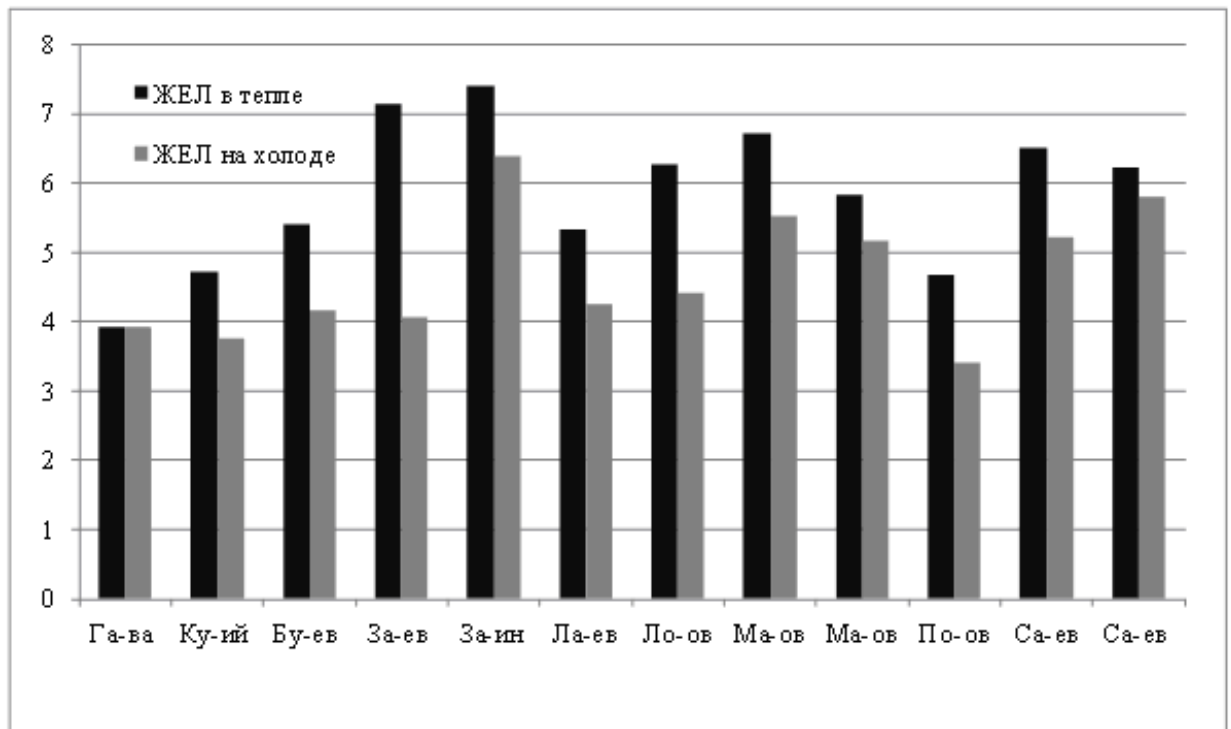


Рисунок 19 - Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) у мужчин (группа IV) и женщин (группа V) в тепле и на холоде.

осталась неизменной у 5.0% женщин и увеличилась у 10.0% женщин и 8.7% мужчин. ФЖЕЛ имела похожую динамику в виде тенденции: она уменьшилась на холоде у мужчин на 9.2% и женщин – на 7.7%. 21.4% испытуемых из-за бронхоспастических реакций на холоде не смогли выполнить тест ФЖЕЛ. Достоверное уменьшение величины ЖЕЛ при дыхании холодным воздухом, вероятно, является выражением физиологической реакции защиты респираторной ткани, направленной на предупреждение переохлаждения. Можно предположить, что происходит выключение из вентиляции наиболее охлаждаемых респираторных микроструктур. В основе этой защитной реакции, вероятно, лежит гладкомышечное сокращение бронхиол в транзитной зоне легких, функциональный смысл, которого заключается в ограничении поступления недостаточно согретого и увлажненного воздуха к дыхательной респираторной зоне (Гудков, Попова, 2012).

Существуют три типа рецепторов легких: легочные рецепторы растяжения, ирритативные рецепторы и J-рецепторы (Уэст, 1988). Ирритативные рецепторы реагируют на действие едких газов, дыма, пыли и холодного воздуха. Полагают (Уэст, 1988), что они располагаются между эпителиальными клетками дыхательных путей. Импульсы от этих рецепторов идут по миелиновым волокнам блуждающих нервов, а рефлекторный ответ заключается в сужении бронхов и гиперпноэ. Некоторые физиологи называют эти рецепторы «быстро адаптирующимися» (Уэст, 1988). К прочим рецепторам, связанным с дыханием относятся и рецепторы носовой полости и верхних дыхательных путей. Их можно отнести к ирритативному типу. Раздражение их рефлекторно вызывает чихание, кашель и сужение бронхов (Уэст, 1988). Импульсы от рецепторов, реагирующих на действие холодного воздуха, идут по миелиновым волокнам блуждающих нервов, а рефлекторный ответ заключается в сужении респираторных бронхиол I, II и III порядка, что и лежит в основе реакции сокращения респираторной поверхности (Гудков, Попова, 2012).

При дыхании холодным воздухом уменьшение ОФВ1 у мужчин и женщин согласуется с данными литературы (Гудков, Попова, 2012) и указывает на снижение проходимости в крупных и средних бронхах, вероятно из-за их спазма. В наших исследованиях уменьшение ОФВ1 на холоде получено у 80.0% женщин и 88.2% мужчин. У 5.9% мужчин ОФВ1 на холоде и в тепле не различался, а у 20.0% женщин и 5.9% мужчин ОФВ1 на холоде увеличился, что по-видимому, связано с индивидуальными особенностями выполнения форсированного теста в этой группе (Рогачевская, Варламова, 2008; Варламова, 2012, Варламова и др., 2014).

По данным литературы (Гудков, Попова, 2012) вдыхание холодного воздуха в реальных климатических условиях Европейского Севера вызывает более выраженные изменения легочных объемов у мужчин, по сравнению с женщинами, что, по мнению авторов, связано с меньшей силой дыхательных мышц у женщин. С полученными данными согласуется только увеличение

ДО у женщин. У мужчин ЖЕЛ больше, чем у женщин отреагировала на холод, может быть в связи с тем, что температура вдыхаемого воздуха была несколько ниже у мужчин (на 1.5°C). Достоверное увеличение Индекса Тиффно на холоде у мужчин, вероятно связано с тем, что у большинства из них на холоде вырос ОФВ1 и уменьшилась ЖЕЛ (Рогачевская, Варламова, 2008; Варламова, Рогачевская, 2010; Варламова² и др., 2010).

Динамические характеристики ФВД. Проба с форсированным выдохом является интегральным выражением механических свойств легких, в ней наиболее отчетливо проявляется динамика взаимосвязи объема легких, сопротивления дыхательных путей и внутригрудного давления (Гудков, Попова, 2012).

Установлено (Гудков, Попова, 2012), что дыхание воздухом отрицательной температуры привело у мужчин и женщин к значительным изменениям проходимости воздухоносных путей, что вполне согласуется с полученными данными. В наших исследованиях ПОС уменьшилась на холоде у 60.0% женщин и 85.0% мужчин и увеличилась, соответственно, у 40.0 и 15.0% (Рогачевская, Варламова, 2008).

В работе А.Б. Гудкова и О.Н. Поповой (2012) выявлено, что у мужчин и женщин при дыхании холодным воздухом происходит расширение крупных бронхов и уменьшение проходимости средних и мелких бронхов. В нашем исследовании выявлена одинаковая реакция у мужчин и женщин (Варламова² и др., 2010) при дыхании холодным воздухом – снижение скорости прохождения воздуха по бронхам крупного, среднего и мелкого калибра (уменьшение МОС25, 50 и 75). Причем МОС25 уменьшилась у 60.0% женщин и 88.9% мужчин, МОС50 стала меньше у 80.0% женщин и 100.0% мужчин, МОС75 на холоде уменьшилась у 80.0% женщин и 83.3% мужчин (рис. 20).

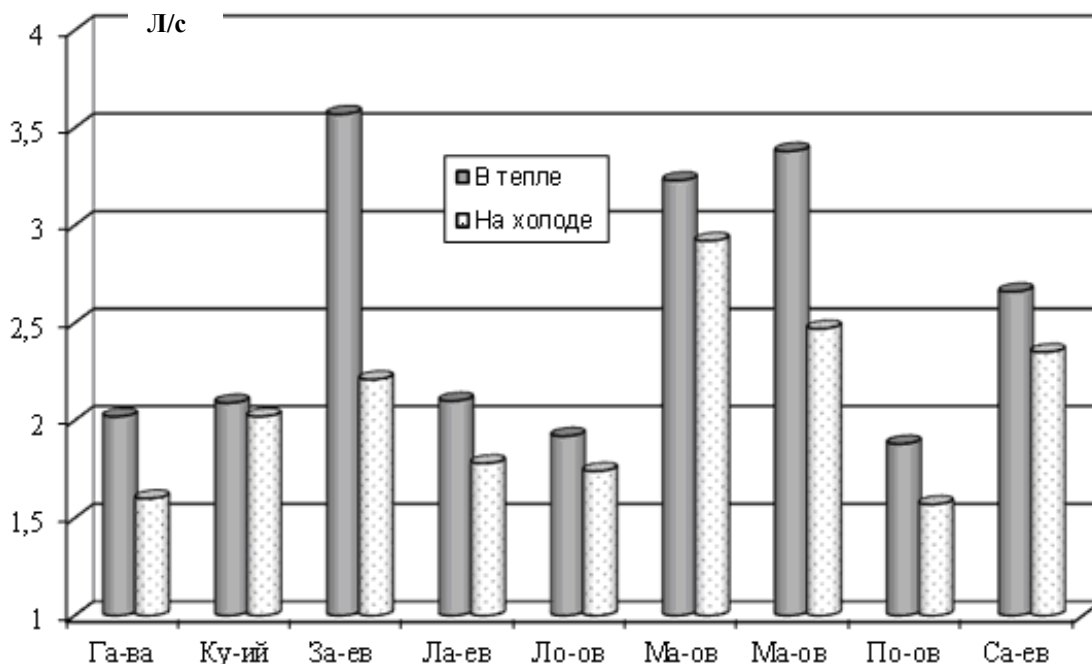


Рисунок 20 – Индивидуальная мгновенная объемная скорость при выдохе 75% ФЖЕЛ (проходимость мелких бронхов) у мужчин и женщин (группы IV, V) в тепле (20.1°C) и на холоде (от 0 до -11°C).

Уменьшение скорости прохождения воздуха по бронхам разного калибра свидетельствует о защитной спастической реакции, функциональный смысл которой заключается в ограничении поступления недостаточно прогретого и увлажненного воздуха в респираторные отделы легких. Снижение проходимости мелких бронхов, с одной стороны, имеет положительное физиологическое значение, так как уменьшается объем вдыхаемого воздуха, а, следовательно, и альвеолярная порция воздуха, что способствует его лучшему согреванию. С другой стороны, нарушение бронхиальной проходимости имеет относительную полезность с позиций общих энергетических затрат, так как сужение дыхательных путей увеличивает их сопротивление, повышает внутригрудное давление и в значительной степени форсирует работу органов дыхания, вызывая их дополнительное напряжение (Гудков, Попова, 2012). Холодовые экспозиции вызывают увеличение легочного сосудистого сопротивления. Хронические

воздействия низких температур приводят к морфологическим изменениям: увеличению числа бокаловидных клеток и слизистых желез, повышению тонуса стенок артерий и артериол, гипертрофии миокарда. Последние два фактора могут играть роль в возникновении симптомов хронической обструктивной болезни легких, бронхита, легочной гипертензии, отека и гипертрофии правых отделов сердца (Giesbrecht, 1995). Адаптация к возникающей гипоксии заключается в увеличении альвеолярной поверхности легких в среднем на 24%, объема легочных капилляров на 39%, повышении систолического давления в легочной артерии выше 30 мм рт.ст. (Величковский, 2009). У многих людей холодное воздействие вызывает гипертрофированную реакцию в системе терморегуляции. Следствием этого является интенсивное сужение сосудов и бронхов при более высокой температуре окружающей среды, чем у людей с нормальной реакцией (Hassi, 1998). Показано (Варламова, 2012), что у большинства испытуемых срочные индивидуальные реакции на дыхание более холодным, чем при комнатной температуре, воздухом сводятся к появлению более глубокого и более редкого дыхания, уменьшению ЖЕЛ и увеличению ПОС. Динамика изменения показателей в тепле и на холоде. представлена на схеме 1.



Схема 1 – Функция внешнего дыхания у жителей Европейского Севера в холодный период года в тепле и на холоде.

Как видно из схммы 1, в тепле и на холоде присутствуют разные механизмы регулирования ФВД: на холоде – изоляционный, в тепле – гипервентиляционное уменьшение метаболического ацидоза.

4.5 Артериальное давление у мужчин в годовом цикле

У мужчин Севера (Варламова¹ и др., 2006; Варламова^{2,3} и др., 2007) АД уже в 20-29 лет выше, чем у мужчин, проживающих в более комфортных климатических условиях (Абрамов, 1986; Липовецкий и др., 1988). У мужчин РК САД выше ($p < 0.001$) на 9.5-26.8 мм рт. ст., чем у мужчин Ленинграда (Липовецкий и др., 1988) и на 10.0-22.8 мм рт. ст.- чем у сельских жителей Узбекистана (Абрамов, 1986). Для ДАД у мужчин РК эти различия составляют, соответственно, 3.9-6.6 и 4.2-13.3 мм рт.ст. Более высокий уровень АД у мужчин Севера согласуется с полученными данными.

Сезонная динамика АД описана многочисленными авторами (Brennan et al., 1982; Fujiwara et al., 1995; Castro et al., 1998; Goodwin et al., 2001; Hayashi et al., 2008; Iwabu et al., 2010; Hozawa et al., 2011; Kent et al., 2011; Murakami et al, 2011; Villegas-Amtmann et al., 2012; Modesti et al., 2013), однако нами не встречены исследования, сравнивающие годовую динамику АД с ПК и активностью СОД.

Наши данные по САД (табл. 13) согласуются с исследованиями М. Модести с коллегами (Modesti et al., 2013). Они изучили влияние сезонности на амбулаторный мониторинг АД ($n = 1897$) и выявили, что самое высокое САД у субъектов было весной (130.9 ± 13.9 мм рт.ст.), а самое низкое - летом (126.8 ± 12.8 мм рт.ст.). Однако годовая динамика ДАД отличалась от наших данных. М. Modesti с коллегами (Modesti et al., 2013) показали, что максимальное ДАД зарегистрировано весной, а минимальное - зимой, тогда как в нашем исследовании (группа I) максимальные и минимальные значения

ДАД были зимой (февраль, 74.3 ± 8.7 мм рт. ст.) и весной (май, 69.0 ± 6.0 мм рт. ст.). Это различие, вероятно, связано с более суровыми климатическими условиями в нашем регионе. Низкий уровень вазорелаксанта оксида азота на фоне высоких значений вазоконстрикторного эндотелина-1 наблюдался в феврале (McLaren et al., 2000), что могло быть причиной максимальных значений диастолического АД, выявленных в феврале.

Весенние и летние пики САД были описаны в исследовании G.Y. Nicolau с соавторами (1986), а зимние - в исследованиях P. J. Brennan с соавторами (1982) и F. Halberg с соавторами (1996). Осенний пик САД и летний минимум ДАД были характерны для здоровых жителей Тюмени (Garon et al., 2004). По данным L.I. Garon с соавторами (2004), перестройка хроноструктуры наблюдалась у здоровых людей, живущих на Севере в весенний период; обратные изменения произошли летом.

На наш взгляд, наиболее интересны периоды разнонаправленных изменений САД и ДАД в годовом цикле. Значения САД у мужчин увеличиваются весной, а величина ДАД снижается с марта по май и осенью с сентября по октябрь. Зимой наблюдаются противоположная динамика. Значения САД снижаются с декабря по январь, а уровень ДАД в этот период увеличивается. Сезонные изменения значений САД и ДАД скорее всего, связаны с гормональными изменениями (Radke, Izzo, 2010). АД зависит от уровней мелатонина и альдостерона (Portela et al., 1996), ренина и норэпинефрина (Radke, Izzo, 2010). Специфические рецепторы мелатонина расположены в гладкомышечных клетках и в эндотелии кровеносных сосудов. В настоящее время нарушение временной организации системы гемодинамики является неоспоримым фактом, проявляющимся феноменом внутреннего и внешнего десинхронозов циркадных ритмов показателей гемодинамики у пациентов с артериальной гипертонией (Anisimov et al., 2006). Антагонисты альдостерона являются эффективными веществами для снижения АД у человека (Khosla et al., 2009). Норадреналин, ренин и альдостерон участвуют в изменениях гемодинамики (Radke, Izzo, 2010).

По нашему мнению, снижение САД с декабря по январь связано с проявлением рефлекса Парина (Parin, Meerson, 1959), когда давление в большом круге кровообращения снижается в ответ на повышение давления в малом круге из-за изоляционных реакций дыхательных путей в условиях холодной погоды. Снижение ДАД весной может быть связано с уменьшением общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) в ответ на повышение температуры воздуха, как в помещении, так и на открытом воздухе. Осеннее снижение ДАД можно объяснить снижением ОПСС в ответ на включение отопления, когда температура наружного воздуха все еще умеренная. Увеличение ДАД в январе можно объяснить ростом ОПСС из-за морозной погоды в это время года.

Уровень САД в годовом цикле у мужчин практически соответствовал динамике ПК, за исключением декабря (табл. 13). Этот результат подтверждается нашими данными (Varlamova et al., 2015) полученными в ходе опроса пяти здоровых мужчин-добровольцев в возрасте 24.2 ± 8.3 года, которые были обследованы при комнатной температуре ($20.1 \pm 0.7^\circ\text{C}$) и в климатической камере при $-11.4 \pm 4.2^\circ\text{C}$. Во время перехода от тепла к холоду и пребывания на холоде в течение 15 минут значение САД увеличилось со 114.2 ± 1.3 мм рт.ст. до 120.4 ± 7.9 мм рт.ст. (5.4%), а значение ПК увеличилось с 0.437 ± 0.210 л/мин до 0.597 ± 0.384 л/мин (36.6%).

Согласно ранее опубликованным данным (Jessen, 1980), ПК увеличивается при низких температурах. В экспериментах (Sellers et al., 1967) показано, что увеличение кровотока в скелетных мышцах крыс на холоде сопровождается повышенным использованием кислорода в них. Высокие уровни ПК при низких температурах обусловлены включением механизмов химической терморегуляции и процессов накопления тепла.

Максимальным уровням САД в мае и ноябре (табл. 13) соответствовали минимальные значения активности СОД в эти месяцы. Свободнорадикальное окисление активируется повышенным выделением катехоламинов коры надпочечников, которые подавляют антиоксидантную

систему, и в частности СОД (Frolov et al., 2008). Однако (Mentha et al., 2001) адреналин увеличивает активность СОД эндотелиальных клеток в коронарной артерии человека при регулярных физических нагрузках. По мнению О. Jung с соавторами (2003), АД у мышей с дефицитом активности СОД выше, чем у мышей без дефицита. Применение рекомбинантной СОД у мышей с гипертонической болезнью снижало АД (Jung et al., 2003). J. Redon с коллегами (2003) изучали окислительный статус у 606 пациентов с гипертонической болезнью и 16 нормотензивных пациентов и показали, что активность СОД была значительно ниже у пациентов с гипертонической болезнью по сравнению с нормальными субъектами. Этот факт подтверждает выявленную нами годовую динамику АД и СОД.

Один из механизмов гипертонии может быть связан с пребыванием северных жителей в холодном климате в течение большей части года. Холодные температуры могут вызвать запуск и закрепление адаптивных факторов, которые способствуют поддержанию более высоких уровней АД, что подтверждается полученными результатами.

А. Guyton с соавторами (1972) обосновали концепцию регулирования АД, подразумевающую включение различных механизмов контроля АД. В целом, АД регулируется хемо- и барорецепторами, которые сосредоточены в дуге аорты и в области раздвоения сонных артерий (каротидный синус). Существуют доказательства того, что в плазматической клеточной мембране нейроэпителиальных корпускул легкого и каротидного синуса существуют системы, которые контролируют уровни перекиси водорода (H_2O_2) (Wang et al., 1996; Skulachev, 2001). Системы состоят из НАДФ оксидазы и K^+ каналов, которые активируются H_2O_2 . НАДФ-оксидаза окисляет внутриклеточный НАДФ, передавая электроны наружу мембраны, где происходит одноэлектронное восстановление кислорода (O_2) до супероксидного анион-радикала O_2^- . Две молекулы O_2^- дисмутируют, образуя O_2 и H_2O_2 . Реакция дисмутации O_2^- катализируется СОД (Fu et al., 2000). Показано (Fukai, Ushio-Fukai, 2011), что Cu-Zn СОД и другие

изоформы ферментов играют важную роль в функционировании макро- и микрососудистого эндотелия, предотвращая образование пероксинитрита. Скорость образования активных форм кислорода и действие антиоксидантной системы зависят от насыщения тканей кислородом. Интенсивное ПК приводит к усилению образования активных форм кислорода, которые, в свою очередь, действуют как модуляторы антиоксидантной системы (Wang et al., 1996; Kathleen et al., 2009). Минимальная активность СОД в наблюдаемом годовом цикле была выявлена весной (май), а максимальное значение активности СОД - летом (август). При сравнении активности СОД и ПК выявлено, что активность фермента увеличивается с увеличением ПК (в июле и декабре) и уменьшается с уменьшением уровня ПК (в январе и сентябре). У пациентов с гипертонией показано, что активность СОД в крови значительно снижена по сравнению со здоровыми людьми (Rhian, 2004; Fukai, Ushio-Fukai, 2011). В годовом цикле отрицательная зависимость между значениями АД и СОД была подтверждена для САД в большинстве месяцев (кроме января, июля и сентября). Такая же зависимость для ДАД была обнаружена в сентябре и с ноября по март.

Анализ показателей окружающей среды показывает, что продолжительность дня, атмосферное давление, температура и относительная влажность воздуха являются значительными абиотическими факторами для организма человека, имеют синусоидальный характер и регулярный годовой ритм (Dechant et al., 1997). При ежедневных наблюдениях в двух московских клиниках в течение 7 и 13 лет отмечалось влияние земных погодных факторов (атмосферного давления, температуры воздуха и геомагнитной активности) на развитие острых патологий сердца. Оказалось, что температурные эффекты были наиболее значительными (Ozheredov et al., 2010), и эти результаты подтверждаются нашими данными. Активность СОД имела самую высокую корреляцию с температурой наружного воздуха, а САД имело самую высокую корреляцию с

атмосферным давлением. Зависимость АД от температуры окружающей среды обсуждается во многих исследованиях (Brennan et al., 1982; Goodwin et al., 2001; Hayashi et al., 2008; Iwabu et al., 2010; Hozawa et al., 2011; Kent et al., 2011; Murakami et al., 2011; Modesti et al., 2013). Температура окружающей среды является важным фактором для определения АД (Murakami et al., 2011), однако Т. Fujiwara с коллегами (1995) наблюдали сезонные колебания АД у 25 пациентов с гипертонической болезнью, которые почти полностью живут в помещении при стабильной температуре окружающей среды; АД было выше зимой, чем летом. Это указывает, вероятно, на многокомпонентную регуляцию АД (как внутренними, так и внешними факторами).

Структура циркадного ритма АД зависит от гормональных модуляторов, таких как гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная система, ренин-альдостероновая система и от различных вазоактивных пептидов.

Выделение надпочечниками в кровь адреналина и норадреналина является обычной реакцией на холод. Повышенный симпато-адреналовый фон у жителей Севера известен (Авцын и др., 1985; Бойко, 2005). Сосудосуживающий эффект в ответ на холодовое раздражение сложным образом связан и с изменением чувствительности α - и β -адренорецепторов, симпатической стимуляцией и состоянием интактного эпителия, в частности, наличием или отсутствием атеросклеротических изменений (Corretti et al., 1995). При адаптации к холоду увеличивается чувствительность тканей к норадреналину, что свидетельствует о переходе организма на более экономный путь регуляции (Leblanc, Villemarie, 1970). Эта адаптивная реакция может, по-видимому, быть и одной из причин роста САД на Севере. Однако, не всегда имеется связь между концентрацией норадреналина и повышением АД. Взаимодействие симпатической нервной системы со многими другими факторами, влияющими на АД, мешает получению точных данных о ее роли при первичной гипертензии (Weber, Drayer, 1982). Только

сложная комбинация различных эндогенных взаимодействий и экзогенных факторов приводит к определенным уровням АД.

Самый высокий коэффициент корреляции систолического АД с температурой окружающей среды и атмосферным давлением ($r = -0.590$, $p < 0,05$) был характерен для мая, тогда как самый низкий коэффициент был характерен для ноября. Наиболее существенно то, что ДАД коррелировало с температурами в декабре ($r = -0.334$, $p < 0,05$) и с атмосферным давлением в мае ($r = -0.305$, $p < 0,05$). Вероятно, во время сезонной адаптации происходит изменение приоритетов контроля АД, что выражается в перераспределении силы связи между ними. Результаты, полученные в рамках биоритмологического исследования, являются не только фундаментальными, но и имеют большое практическое значение (Frolov et al., 2008). Сезонные изменения уровня АД требуют индивидуального контроля гипотензивных препаратов у пациентов (Modesti et al., 2013). Игнорирование закономерностей хрономедицины может значительно снизить эффективность лечения (Frolov et al., 2008). Ранняя диагностика и оптимальное лечение сердечно-сосудистых заболеваний помогают снизить заболеваемость и смертность среди населения трудоспособного возраста и могут иметь значительный экономический эффект.

4.6 Артериальное давление у женщин в годовом цикле

Если у мужчин Европейского Севера АД выше уже в 20-29 лет, то у женщин-северянок увеличение АД, по сравнению с женщинами, проживающими в более комфортных климатических условиях, проявляется наиболее отчетливо после 30-39 лет (Варламова², 2004) и у них САД, в сравнении с женщинами Ленинграда (Липовецкий и др., 1988), выше на 4.9-13.5 мм рт.ст., в сравнении с сельскими жительницами Узбекистана

(Абрамов, 1986) на 0.8 – 21.7 мм рт.ст., ДАД выше, соответственно, на 0.1-7.5 и 1.3-13.2 мм рт.ст.

У женщин Европейского Севера, принимавших участие в нашем исследовании (группа II), разница между максимальным и минимальным значениями САД в годовом цикле составила 10.5 мм рт.ст. и ДАД - 6.1 мм рт.ст. В литературе (Hayashy et al., 2008) выявлена разница САД между зимой и летом в 8.7 мм рт.ст., измеренной в утренние часы в выборке мужчин и женщин в возрасте 66.5 ± 4.9 года. Среди нормотензивных женщин Дели от 18 до 40 лет эта разница составляла 11.07 мм рт.ст. для САД и 6.79 мм рт.ст. для ДАД и была статистически значимой ($p < 0.001$) (Sinha et al., 2010), что вполне согласуется с полученными данными.

В регуляции уровня АД принимает участие множество экзогенных и эндогенных факторов. Циркадная структура АД зависит и от гормональных факторов, таких как гипоталамо-адrenalовая, гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная, ренин-альдостероновая системы, различных вазоактивных пептидов (Джанашия и др., 2007, Кобалава – 2015; Parshukova et al., 2020). То же самое можно сказать и в отношении годового ритма АД. Только сложная комбинация взаимодействий различных эндогенных и экзогенных факторов приводит организм к конкретному уровню АД. Сезонные ритмы организма являются составной частью адаптационного процесса, они особенно ярко выражены в контрастных климатических поясах (Радыш и др., 2010).

Одним из механизмов развития артериальной гипертензии может быть неадекватное реагирование систем адаптации и компенсации (Шулутко, 2000), и, вероятно, нахождение большей части года жителей Севера в условиях холодного климата, в момент реализации и закрепления адаптивных факторов, способствующих поддержанию более высокого уровня АД. По мнению Б.И. Шулутко (2000) гиперфункция механизмов для поддержания нормального уровня АД в силу различных причин превращает их звенья в патогенез артериальной гипертензии.

При изучении в плазме крови уровней вазоактивных веществ: эндотелина-1 и оксида азота в течение года (McLaren et al., 2000) показано, что самые высокие уровни вазоконстриктора эндотелина-1 были в январе/феврале (4.0 пг/мл), а самые низкие – в мае/июне (2.3 пг/мл). Уровни оксида азота плазмы крови были самыми низкими в январе/феврале (5.7 мкМ) и высокими - в сентябре/октябре (9.9 мкМ) (McLaren et al., 2000). При изучении годового цикла АД и ключевого антиоксидантного фермента - супероксиддисмутаза у молодых практически здоровых мужчин группы I (Varlamova et al., 2015) выявлено, что в августе и сентябре активность SOD была больше ($p < 0.05$), чем в остальные месяцы. Высокие уровни вазоконстриктора эндотелина-1 в сочетании с низкими уровнями вазодилататора оксида азота вполне могут способствовать объяснению годовой динамики максимумов и минимумов САД и ДАД в нашем исследовании. Концентрация норадреналина и дофамина в крови у мужчин были выше при более низких температурах окружающей среды (Kanikowska et al., 2013). У женщин Приаралья в зимний период времени зарегистрирован более высокий уровень тиреотропного гормона, а в летний – наиболее низкий: различия составляли 24.5% (Колбай, Берденкулова, 2007), что может влиять на уровень АД – повышая его зимой и снижая летом.

При ежесуточных наблюдениях в двух клиниках Москвы на протяжении 7 и 13 лет (Ожередов и др., 2010) выявлено влияние факторов земной погоды (атмосферного давления, температуры воздуха и геомагнитной активности) на развитие острых кардиологических патологий. Оказалось, что наиболее выраженными являются эффекты температуры (Ожередов и др., 2010), что подтверждают и наши данные. В работе В.И. Хаснулина с соавторами (Хаснулин и др., 2015) выявлена значительно меньшая зависимость гипертонических кризов от изменений атмосферного давления, чем от температуры.

Исследования артериальной стенки у 194 мужчин со средним возрастом 56.4 года показали зависимость ее растяжимости от атмосферного

давления в диапазоне 730-770 мм рт.ст. Результаты позволяют предполагать вазоконстрикторное действие повышенного атмосферного давления на артерии шеи (Melnikov et al., 2013). Одним из основных механизмов повреждения сосудистой стенки у жителей Севера становится неконтролируемое антиоксидантами свободнорадикальное окисление липидов (окислительный стресс), активирующееся под действием мощных геомагнитных возмущений (Хаснулин и др., 2009).

Частота сердечных сокращений у людей, живущих в холодном климате по данным литературы (Солонин и др., 2015) расценивается, как сезонное колебание тонуса отделов вегетативной нервной системы, влияющих на ритм сердечной деятельности. Высокая ЧСС в декабре (73.0 ± 7.2 уд/мин), полученная у женщин, согласуется с зимним пиком ЧСС для декабря у мужчин (74.5 уд/мин), проживающих в этих же климато-географических условиях (Солонин и др., 2015). Ранее (Варламова^{1,2}, 2011) показано, что у лиц старших возрастных групп (40-49 и 50-59 лет) динамика АД и ЧСС изменяется более значительно между месяцами, чем у лиц более молодого возраста (20-29 и 30-39 лет). Корректное сопоставление ЧСС с данными литературы вызывает затруднение, так как в подавляющем большинстве работ отсутствует годовой цикл показателя и довольно существенно различается климато-географическая зона проживания и профессиональная специфика обследуемого контингента. В работе Т. Hayashi с соавторами (2008) не выявлено достоверных изменений ЧСС по сезонам у 20 мужчин и 25 женщин в возрасте 66.5 ± 4.9 года.

По журналу учета отпусков у представителей обследованной группы они встречались ежемесячно, кроме апреля, причем только 13 человек из 25 использовали единый разовый отпуск, а 12 человек брали отпуск частями на протяжении года (от 2-х до 6 раз). На 25 человек зарегистрировано 74 периода отпусков и их распределение по месяцам в течение года не оказывало значимого влияния на годовую динамику артериального давления.

Более высокое АД у женщин в холодный период года связано, по-видимому, с увеличением периферического сосудистого сопротивления, и с повышением уровня адреналина, принимающего участие в терморегуляторных реакциях (Варламова³, 2007).

У мужчин группы I максимальное САД выявлено в ноябре, у женщин, обследованных нами, в феврале. Расхождение в пиковых значениях АД может быть связано, в основном, с двумя факторами: при обследовании у мужчин минимальная температура в дни измерения показателя была в ноябре ($-19.4 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$), при обследовании женщин – в феврале ($-13.2 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$). У женщин было более частое ежедневное измерение АД, у мужчин – один раз в месяц, что и могло сказаться на динамике САД. У мужчин изменения АД в годовом цикле происходят раньше, чем у женщин. Расхождения в месяцах максимальных или минимальных значений АД у мужчин и женщин связано с аналогичными факторами: температурным, более дробным измерением АД у женщин, а также с тем, что мужчины значительную часть рабочего времени проводят на открытом воздухе, а женщины в помещении.

В крупном исследовании PHEWE (The Assessment and Prevention of Acute Health Effects of Weather Conditions in Europe) (Analitis et al., 2008) оценивалось воздействие холода на смертность в 15 странах всех географических регионов Европы в период с 1990 по 2000 г. Анализировали данные за октябрь—март. Снижение температуры связано с увеличением общей смертности, нарастанием сердечно-сосудистой, дыхательной и цереброваскулярной смертности (Андреева, Горбунов, 2019).

Результаты, получаемые в рамках биоритмологических исследований, имеют не только фундаментальное, но и важнейшее прикладное значение. Игнорирование хрономедицинских закономерностей может существенно снижать эффективность лечения и иногда даже менять знак эффекта (Фролов и др., 2008). Учитывая хронобиологические аспекты антигипертензивной терапии в своей повседневной практике, можно с уверенностью

рассчитывать на эффективную борьбу с сердечно-сосудистой смертностью (Драпкина, Елиашевич, 2015).

Некоторые факторы, влияющие на сердечно-сосудистую систему жителей Севера представлены на схеме 2.



Схема 2 – Факторы, влияющие на сердечно-сосудистую систему жителей Севера в холодный период года.

На схеме 2 видна многокомпонентность влияющих факторов на сердечно-сосудистую систему человека, живущего в условиях Севера, что подчеркивает сложность и многоступенчатость регулирования АД.

Согласно ультрафиолетовой концепции (Rostand, 1997) АД растет линейно от экватора к полюсу. Малая интенсивность ультрафиолетового света при удалении от экватора, может привести к уменьшению запасов витамина D₃ и увеличению секреции паратиреоидного гормона. Эти изменения могут стимулировать рост гладких мышц в сосудах, повышать их сократимость, действуя на внутриклеточный кальций, адренергическую

реактивность и/или эндотелиальную функцию, что, вероятно и влияет на географическую величину АД (Rostand, 1997).

На Севере люди употребляют больше консервированных продуктов, а, следовательно, и поваренной соли. На основе экспериментальных данных А. Guyton с соавторами (1972), предложил «соляную» теорию, согласно которой, при чрезмерном употреблении поваренной соли нормальная экскреция натрия, возможна только при повышении системного АД. При этом увеличивается перфузионное давление в почечных сосудах и, за счет этого, растет диурез. В данном случае повышение АД носит компенсаторный характер, так как более высокое АД направлено на поддержание нормального водно–электролитного баланса в организме.

С учетом сезонных колебаний метеорологических явлений должна разрабатываться система профилактики артериальной гипертензии (Хаснулин и др., 2015) и других сердечно-сосудистых заболеваний, критериев персонального управления антигипертензивной терапией. Динамика артериального давления в годовом цикле у мужчин и женщин (Зенченко, Варламова, 2015) свидетельствует о смене приоритетов его контроля в разное время года со стороны гуморально-гормональных регуляторов, вегетативной и центральной нервной систем, что необходимо учитывать при разработке критериев антигипертензивной терапии на основе годового тренда показателей.

4.7 Электрокардиограмма у женщин в годовом цикле

По данным литературы (Kose et al., 2002; Rohit et al., 2015; Sasonko et al., 2019) продемонстрирована связь некоторых характеристик электрокардиограммы в зависимости от сезонов года и вариантов погод у спортсменов, здоровых волонтеров и людей с различными сердечно-

сосудистыми заболеваниями. Однако, сведений о годовом цикле амплитудно-временных характеристик ЭКГ в 12 общепринятых отведениях у здоровых людей в доступной отечественной и зарубежной литературе не встречено.

4.7.1 Амплитудно – временные характеристики ЭКГ в годовом цикле

При оценке физиологического состояния организма человека ЭКГ может служить маркером возрастных и климатических изменений сердечно–сосудистой системы (Варламова, Евдокимов, 2002).

Временные характеристики ЭКГ. *Длительность интервала R-R ЭКГ (ЧСС)* зависит от возраста, пола, физической активности, специфики вегетативной нервной системы и времени суток (Sasonko et al., 2019). Продолжительность интервала R-R ЭКГ (ЧСС) у женщин (группа II) (Приложение) в годовом цикле была в норме и соответствовала синусовому ритму (ЧСС 60-100 уд/мин) (Houghton, Gray, 2009; Sasonko et al., 2019).

Ширина зубца Р ЭКГ в норме должна быть не больше 3.5-6.3 мм (Houghton, Gray, 2009), что совпадает с полученными данными (Приложение). При изучении сезонной длительности зубца Р у 523 здоровых мужчин 20-26 лет (22 ± 4 года) по 12 отведениям ЭКГ с интервалом в три месяца, выявлено, что наибольшая продолжительность зубца Р (121 ± 16 мс) наблюдается в зимнее время, а самая короткая - (106 ± 15 мс, меньше на 14.2%.) в летнее (Kose et al., 2002). Полученная у женщин (группа II) динамика ширины зубца Р с максимумом в мае и минимумом в сентябре совпадает с адаптивным климатически обусловленным сезонным изменением респираторных показателей, в частности жизненной емкости легких у обследованных молодых мужчин (группа I) (Varlamova et.al., 2008).

Увеличение длительности зубца Р ЭКГ в холодное время года может быть связано и с эффектами гипоксии. Возникающие при гипоксии снижение биологического окисления и энергетический дефицит, ослабляют функцию сердца и запускают группу механизмов повреждения миокарда, таких, например, как ионный (особенно кальциевый), липидный и гидроперекисный, лизосомный и нейрогенный (Хитров, Пауков, 1991).

Длительность интервала P-Q(R) ЭКГ в годовом цикле была в норме (Приложение) для женщин 18–50+ лет (5.7–9.8 мм) (MacFarlane, Lawrie, 1989). У здоровых людей этот интервал равен не менее 0.12 и не более 0.20 с (Hamm, Willems, 2007; Houghton, Gray, 2009; Hampton, 2013; Sasonko et al., 2019), что соответствует полученным данным.

Длительность сегмента P-Q(R) ЭКГ, как и интервала P-Q(R) отражает распространение возбуждения по предсердиям и задержку проведения в АВ-соединении и в норме не превышает 0.1с (Hamm, Willems, 2007), что совпадает с нашими результатами (Приложение).

Комплекс QRS ЭКГ. Продолжительность комплекса QRS в норме составляет меньше 100 мс (Hamm, Willems, 2007) или не более 0.12 с (Houghton, Gray, 2009; Hampton, 2013). Для женщин 18-50+ лет его продолжительность колеблется от 3.6 до 5.2 мм (MacFarlane, Lawrie, 1989), что соответствует полученным данным. В декабре, в сравнении с июнем, у женщин комплекс QRS ЭКГ был более широким ($p < 0.05$), что может, вероятно, отражать гиперфункцию желудочков в связи адаптацией к холодному времени года.

Длительность сегмента S-T ЭКГ. Сведений о длительности сегмента S-T ЭКГ в доступной литературе не найдено, однако, так как длительность комплекса QRS и интервала Q(R)-T ЭКГ находятся в норме (MacFarlane, Lawrie, 1989; Houghton, Gray, 2009; Hampton, 2013), то можно предположить, что и продолжительность сегмента S-T ЭКГ у женщин, обследованных нами (Приложение), тоже входит в диапазон нормальных значений.

Длительность интервала Q(R)-T ЭКГ зависит от частоты сердечных сокращений и характеризует электрическую систолу желудочков. Его изменчивость имеет большое клиническое значение: удлиненный интервал Q-T является фактором риска желудочковых тахиаритмий и внезапной смерти (Sasonko et al., 2019). Продолжительность интервала Q-T у женщин 18–50+ лет в норме (MacFarlane, Lawrie, 1989) составляла 16.1–24.4 мм или была до 0.46 с (Wagner, 2001), или 0.35–0.44с (Sasonko et al., 2019) что соответствует полученным результатам (Приложение). Продолжительность интервала P-Q ЭКГ у женщин в годовом цикле в нашем исследовании не имела статистически значимых различий и, как и у мужчин Севера, проживающих в этом же регионе, соответствовала норме (Рынская, 1970; Орлов, 1984). При проведении анализа влияния сезонов на дисперсию Q-T у 523 здоровых мужчин в возрасте 22 ± 4 года выявлена (Kose et al., 2003) значительная сезонная вариация дисперсии, которая, по мнению авторов должна учитываться при анализе ЭКГ.

Амплитудные параметры ЭКГ у женщин (группа II) в 12 отведениях в годовом цикле (Приложение) были в норме (MacFarlane, Lawrie, 1989; Sasonko et al., 2019), однако диапазон колебаний у женщин Сыктывкара был значительно меньше и соответствовал, в большинстве случаев, нижней границе нормы: для амплитуды зубца Р это до 45.5% нормы, для амплитуды зубца Q – до 14.1%, R – до 29.3%, S – до 14.4%, Т – до 23.5%, амплитуды сегмента ST – 66.1% нормы, одной из причин такой разницы могут быть автоматические промеры ЭКГ (MacFarlane, Lawrie, 1989) по сравнению с ручными измерениями, выполненными нами.

Амплитуда зубца Р ЭКГ у обследованных женщин соответствовала норме (MacFarlane, Lawrie, 1989; Hamm, Willems, 2007). В самое холодное время года – в январе и феврале она была выше ($p < 0.001-0.05$), чем в сентябре, что может свидетельствовать о тенденции к формированию зубца «Р pulmonale» и легочной гипертензии (Hamm, Willems, 2007; Houghton, Gray, 2009), перегрузки правого предсердия (Hamm, Willems, 2007).

Амплитуда зубца Q ЭКГ в норме должна быть меньше 2 мм или меньше $\frac{1}{4}$ зубца R в соответствующих отведениях (Hamm, Willems, 2007), что согласуется с полученными результатами. Глубокие зубцы Q могут отражать формирование гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) (Houghton, Gray, 2009), не достигающей клинически значимых величин. При ГЛЖ часто вовлекается перегородка, и глубокие зубцы Q ЭКГ видны в отведениях, отражающих левую (aVL, V5-6) и нижнюю (aVF) поверхности сердца (Houghton, Gray, 2009), левую половину межжелудочковой перегородки, что согласуется с полученными данными у женщин для отведений ЭКГ aVF, V5-6 в декабре и aVL в январе.

Зубец R ЭКГ. Максимальная амплитуда зубцов R ЭКГ у женщин была в январе в отведениях aVL, V5-6 и в декабре, в отведении V1, что вероятно, может отражать (Hamm, Willems, 2007; Houghton, Gray, 2009), гиперфункцию левого желудочка, в отведении V1 – правого желудочка, одной из причин которой является более высокое артериальное давление у женщин в холодные месяцы, чем в теплые (Zenchenko, Varlamova, 2015). Мы отмечали ($p < 0.05$) и повышение амплитуды зубца R ЭКГ в правых грудных отведениях V1 и V2, что может свидетельствовать о перегрузке правых отделов сердца (Hamm, Willems, 2007; Houghton, Gray, 2009) в зимнее время года.

Зубец S ЭКГ. По данным литературы (MacFarlane, Lawrie, 1989) диапазон колебаний амплитуды зубца S у женщин 18-50+ лет в разных отведениях ЭКГ12 составил от 0 до 33.15 мм, в нашем исследовании он изменялся от 0 до 11.28 мм. Наиболее глубокими зубцы S были ($p < 0.05-0.001$) в зимние месяцы. Выявленные изменения амплитуды зубца S в отведениях V1-V2 могут свидетельствовать об увеличении биоэлектрической активности левого желудочка сердца (Houghton, Gray, 2009) в зимнее время года.

Зубец T ЭКГ отражает процесс быстрой реполяризации миокарда желудочков, является наиболее чувствительным из всех элементов ЭКГ и

может меняться под воздействием как патологических, так и физиологических факторов. Реполяризация желудочков протекает медленнее, чем деполяризация, поэтому вектор зубца Т меньше, чем комплекса QRS (Hamm, Willems, 2007). Однако в нашем исследовании наиболее чувствительным к погодным факторам оказался зубец Р ЭКГ, что позволяет предположить более активную нагрузку на правое предсердие, связанную с изоляционными реакциями дыхательных путей в холодное время года.

В отведениях от конечностей амплитуда зубца Т не превышала 3-6 мм. Четко определенного нормального диапазона высоты зубца Т не существует, и высокие зубцы Т часто являются лишь вариантом нормы (Houghton, Gray, 2009). Для января были характерны пиковые значения и других амплитудных характеристик ЭКГ: зубцов Р, Q, R, S и сегмента ST, что может свидетельствовать о более напряженной функции сердца в связи с адаптацией к зимнему сезону.

Амплитуда сегмента ST ЭКГ. В норме сегмент ST может иметь небольшое смещение относительно изолинии, равное ± 0.5 мм. Депрессия сегмента ST свидетельствует о возможной гиперфункции желудочков (Houghton, Gray, 2009). При гиперфункции отделов сердца, зарегистрированной в холодный период года, может постепенно развиваться гипертрофия. Одновременно с гипертрофией развиваются дистрофические процессы в мышечных волокнах с последующим их склерозированием, что связано с отставанием роста капилляров от роста гипертрофированных мышечных волокон. Одной из причин развития мерцательной аритмии может являться кардиосклероз.

Изменения ЭКГ у северян свидетельствуют о формировании физиологического варианта гипертрофии отделов сердца (Варламова и др., 2002; Варламова⁴, 2004, Варламова², 2017) и характерны для большего числа показателей и отведений, чем у жителей комфортного климата (Varlamova, Evdokimov, 2000; Варламова⁴, 2004).

Таким образом, сравнение амплитудно-временных характеристик ЭКГ у женщин в годовом цикле с данными литературы (MacFarlane, Lawrie, 1989; Wagner, 2001; Kose et al., 2002; Hamm, Willems, 2007; Houghton, Gray, 2009; Hampton, 2013; Sasonko et al., 2019) выявило, что изменения происходили в пределах нормы и не были клинически значимыми. В холодное время года в ЭКГ встречаются широкие комплексы QRS, пиковые значения амплитуд зубцов P,Q,R,S, сегмента ST (Варламова, 2018), признаки гиперфункции предсердий и желудочков, легочного сердца, не достигающие клинически значимость величин. Наиболее динамичной в годовом цикле является амплитуда зубца Р ЭКГ (Варламова², 2017).

4.7.2 Возможные причины изменения ЭКГ в годовом цикле

В холодный период года, параметры ЭКГ наиболее близко приближались к границе «патология», что обусловлено, в том числе комплексом адаптивных реакций в респираторной системе организма, не изолированной от действия природных климатических факторов. Изучение годового цикла объемных и динамических характеристик функции внешнего дыхания у молодых мужчин (19.0 ± 0.9 лет, 62°с.ш.), показало, что максимальные значения показателей наблюдали в холодное время года (с ноября по апрель), минимальные - в теплое (с мая по сентябрь) (Varlamova et al., 2008; 2010). Выявленные адаптивные изменения функции внешнего дыхания в холодное время года позволяли достигать необходимого уровня кондиционирования воздуха, альвеолярной вентиляции, увеличить поверхность газообмена, достаточно эффективно приспособиться к

удовлетворению метаболических потребностей организма. Адаптивные реакции кардиореспираторной системы затрагивают, прежде всего, малый круг кровообращения, создавая предпосылки для более напряженной работы правого сердца, особенно зимой, что в конечном итоге, особенно у лиц старшей возрастной группы, может привести к клиническим эпизодам. Анализ годового цикла ЭКГ выявил, что наиболее подвержена погодным изменениям амплитуда зубца Р зимой по типу Р-pulmonale, механизмом которого является систолическая или диастолическая перегрузка правого предсердия.

Ведущим изменением ЭКГ у женщин является гипертрофия правого, а у мужчин – левого желудочка сердца, не достигающая клинически значимых величин (Варламова, Евдокимов, 2003; Варламова⁴, 2004).

Зимой артериальное давление у практически здоровых женщин (Varlamova et al., 2015) выше, чем летом. Кровяное давление может увеличиваться из-за более низких температур, что в конечном итоге приводит к возрастанию предсердного давления с последующим расширением предсердий и растяжение легочной вены, ведущие к инициализации и распространению фибрилляции предсердий (Rohit, 2015). Динамика САД и ДАД у женщин (Варламова, 2018) свидетельствует о смене приоритетов его контроля в разные сезоны года.

Некоторые факторы, влияющие на ЭКГ человека, проживающего в условиях Севера, представлены на схеме 3.



Схема 3 - Факторы модулирующие картину ЭКГ у жителей Европейского Севера в холодный период года

На схеме 3 представлены различные механизмы, действующие на картину ЭКГ в холодный период года у жителей Севера.

Нами (Варламова, 2004) изучена ЭКГ у жителей РК, проживающих в более холодном (65°с.ш.) и более теплом в масштабах республики климатом (60°с.ш.) и выявлено, что характеристики ЭКГ у женщин 65°с.ш. имеют признаки физиологического варианта гипертрофии отделов сердца, для амплитудных характеристик ЭКГ наиболее «климатически» чувствительными являются отведения II, V6,5 (Варламова³, 2004; Варламова и др., 2004), V3,2 (Варламова и др., 2002). Аналогичные закономерности выявлены и для ЭКГ женщин 62°с.ш.

Выявлено (Sasonko et al., 2019), что комбинация магнитных бурь, повышенного атмосферного давления и влажности при сильных морозах и сильных осадках влияет на деятельность сердца: увеличивая частоту

сердечных сокращений и ухудшая свойства атриовентрикулярной проводимости.

У северян возрастная динамика показателей ЭКГ ускорена (Варламова², 2004). Изменения амплитудно-временных показателей ЭКГ и гемодинамики свидетельствуют о развитии у северян в холодное время года гиперфункции отделов сердца, преимущественно правых, появлении гипоксических и предгипертензивных состояний.

В работе Dernovoy B.F. (2016), выполненной методом эхокардиографии на практически здоровых студентах – коренных жителях г. Сыктывкара (62° с.ш.) в возрасте 19-24 года, показано, что в холодное время года уменьшен венозный возврат к сердцу, снижены тонус периферических сосудов, кардиогемодинамика и производительность миокарда.

В работах ряда авторов (Watanabe et al., 2007; Gluszek et al., 2008; 2009; Rohit et al., 2015; Sakamoto et al., 2017) выявлено, что частота проявлений фибрилляции варьируется в зависимости от времени года и является наибольшей в течение зимы и наименьшей – летом.

Sasonko M.L. с соавторами (2019) изучены параметры ЭКГ (R-R, P-R и Q-T интервалы) и выявлено, что они чувствительны к 6 факторам: давлению, температуре, осадкам, облачности, скорости ветра и геомагнитным бурям. Комбинация магнитных бурь, повышенного атмосферного давления и влажности при сильных морозах и сильных осадках влияют на деятельность сердца, повышая частоту сердечных сокращений и ухудшая свойства атриовентрикулярной проводимости (Sasonko et al., 2019),

Воздействие низких температур окружающей среды (Yang et al., 2017) связано с увеличением холестерина, вязкости крови, эритроцитов, тромбоцитов, фибриногена, периферического сосудистого сопротивления, частоты сердечных сокращений, артериального давления и уменьшения количества кислорода в миокарде. Зимний пик смерти от сердечно-сосудистых заболеваний был явно связан с низкой окружающей температурой, что доказано (Андреева, Гобунов, 2019) в результате

многочисленных исследований: показатели общей сезонной смертности характеризуются рядом основных закономерностей. Одна из них — повышение уровня сезонной смертности при снижении температуры. Это подчеркивает оправданность дальнейшего изучения механизмов, лежащих в основе этого явления, чему к какой-то мере и способствует проведенная нами работа. Повышенная бдительность зимой требуется для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, особенно для лиц с инфарктом миокарда, которые больше страдают от низких температур. Раннее предупреждение и надлежащее вмешательство могут снизить смертность от сердечно-сосудистых заболеваний. Отделения скорой помощи в больницах и медицинские центры должны иметь достаточные медицинские ресурсы, предшествующие экстремальным погодным явлениям (Yang et al., 2017).

Rohit S.L. (2015) проведен систематический обзор 15 когортных исследований в PubMed, EBSCO и OVID, описывающих связь между сезонными изменениями и возникновением фибрилляции предсердий. Изучено влияние на возникновение фибрилляции предсердий сезонов, температуры воздуха, барометрического давления, продолжительности дня. Выявлено (Rohit, 2015), что пароксизмы фибрилляции предсердий были наиболее частыми в течение зимы и ранней весной (с пиками в феврале и апреле) и минимальны в июле. В 50% случаев продемонстрирована обратная зависимость между температурой и частотой возникновения пароксизмов. Предложено несколько механизмов для объяснения повышенного риска фибрилляции предсердий зимой (Rohit, 2015). Показано, что низкие температуры усиливают симпатическую функцию путем активации ангиотензиновых или гипоталамических минералкортикоидных рецепторов, увеличивают количество эритроцитов и тромбоцитов, вязкость крови, риск образования тромбов, ухудшают ишемию предсердий, увеличивают непереносимость глюкозы и риск фибрилляции предсердий (Rohit, 2015). Увеличение уровней эндотелина I, ренина и ангиотензина II из-за более низких температур может усилить аритмогенез. Температура воздуха,

продолжительность светового дня и барометрическое давление опосредуют сезонные колебания погод при возникновении фибрилляции предсердий (Rohit, 2015).

Хорошо известна годовая ритмичность катехоламинов плазмы крови (Kruse et al., 2002), но хронобиологические данные по эндотелину-1 и ангиотензину II отсутствуют. Авторами (Kruse et al., 2002), оценена связь эндотелина 1 и ангиотензина II с катехоламинами плазмы, температурой окружающей среды и относительной влажностью в северной Германии, регионе умеренного климата. Плазменные концентрации эндотелина-1, ангиотензина II, адреналина и норэпинефрина определяли в венозной крови у 10 здоровых субъектов ежемесячно в течение 13 месяцев подряд. В то время как относительная влажность не менялась в течение года, наружная температура была самой низкой в январе и самой высокой в августе. Уровни эндотелина-1 продемонстрировали значительную вариацию с синусоидным рисунком в течение года: значения минимума произошли в январе, пиковые значения - в июле (Kruse et al., 2002). Ангиотензин II продемонстрировал значительную корреляцию с эндотелином-1. Напротив, два плазменных катехоламина имели противоположную динамику. Отмечена (Kruse et al., 2002) значимая обратная корреляция между эндотелином-1 и норэпинефрином. Внешняя температура положительно коррелировала с уровнями эндотелина-1 и ангиотензина II и отрицательно - с уровнями обоих катехоламинов. Это первое исследование, в котором сообщается о сезонных вариациях эндотелина-1 и ангиотензина II у здоровых субъектов. По данным авторов (Kruse et al., 2002) температура окружающей среды является климатической переменной, наиболее тесно связанной с ритмичностью эндотелина-1, ангиотензина II, эпинефрина и норадреналина.

В работе на рыбах (Tikkanen et al., 2017) регистрировали ЭКГ и изучали экспрессию генов, связанных с возбуждением-сокращением. Акклиматизация карпов к зиме (+2°C) вызвала изменения в экспрессии генов относительно летних исследований (+18°C), включая депрессию в генах, кодирующих

кальциевый насос саркоплазматического ретикулума и АТР-чувствительные K^+ каналы ($p < 0.05$) (Tikkanen et al., 2017).

Между продолжительностью дневного света и частотой возникновения фибрилляции предсердий выявлена сильная обратная корреляция у мужчин и женщин (Watanabe et al., 2007), а в работе А. Gluszak с соавторами (2009) – только у женщин. Продолжительность дневного света (Rohit, 2015) была предложена в качестве механизма для объяснения повышенного риска фибрилляции предсердий зимой. Уменьшение времени воздействия солнечного света может привести к изменениям в ионных каналах сердца, длительность потенциалов действия сокращается, что увеличивает риск повторных аритмий (Rohit, 2015).

У женщин, поступивших в Интенсивную группу сердечной помощи (ICCU), большинство пароксизмов зарегистрировано с декабря по март, когда продолжительность солнечного сияния была наименьшей (коэффициент корреляции Пирсона -0.499). Для мужчин такая зависимость не подтвердилась (Gluszak et al., 2000).

По данным литературы (Бочаров, Дерновой, 2016) показано, что адаптация к холоду сопровождается торможением водителя ритма сердца, замедлением скорости активного диастолического кровенаполнения ЛЖ и трансаортального потока крови в корне аорты, увеличением сократительной способности задней стенки ЛЖ и межжелудочковой перегородки. Отрицательный хронотропный эффект сердца в этих условиях приводит в 65% случаях к уменьшению его производительности в минуту. Зимой больше выражена диастолическая дисфункция ЛЖ, уменьшается сопряженность активного расслабления задней стенки ЛЖ и стенок левого предсердия с отдельными структурными и функциональными параметрами сердца. В отличие от летнего периода, зимой β -адреноблокаторы вызывает понижение активного расслабления стенок левого предсердия и межжелудочковой перегородки и сократимости левого предсердия, что обуславливает уменьшение пассивного и активного кровенаполнения ЛЖ. При этом

понижается систолическая функция ЛЖ (фракция выброса, трансортальный поток крови в корне аорты, ритм и продолжительность сердца (ударный объем крови, минутный объем кровообращения), больше выражен гипотензивный эффект с сопутствующим повышением периферического сопротивления сосудов.

4.7.3 «Легочное сердце» в ЭКГ женщин в разные сезоны

Ранее установлено (Варламова, 2000; Варламова, Евдокимов, 2008), что более 30% обследованных жителей Республики Коми имеют в ЭКГ признаки "легочного сердца" и, следовательно, составляют группу риска по ряду сердечно-сосудистых заболеваний (фибрилляции желудочков, сердечной недостаточности и др.). У мужчин (якуты, чукчи, эвены) в Магадане и Анадыре систолическое давление в легочной артерии выше 30 мм рт. ст. зарегистрировано от 25 до 80% случаев, а у неаборигенного населения Архангельской области частота встречаемости легочной гипертензии колебалась от 15 до 56% (Авцын и др., 1985). Повышенная частота встречаемости легочной гипертензии у жителей Азиатской части России, в сравнении с населением на Европейской части, обусловлена более суровым климатом Азиатского региона. Выявленный процент встречаемости легочного сердца согласуется с данными М.М. Миррахимова (1979) для жителей гор, живущих на высоте 2200-2500 м, что может косвенно подтверждать роль гипоксии в формировании этого вида географической патологии у жителей Севера.

Легочная гипертензия является платой за адаптацию и основой всей "северной динамики" электрической активности сердца человека (Варламова, 1998). Тенденция к увеличению баллов и процента ЛС, не достигающих клинически значимых величин, от зимы к весне у обследованных женщин (группа III), согласуется с динамикой некоторых объемных и динамических

характеристик ФВД у мужчин, в частности ЖЕЛ, ФЖЕЛ, РОвд, ОФВ1, свидетельствующих о завершении формирования комплекса адаптивных реакций к холодному времени года. Минимальное значение показателей ЛС в летнее время свидетельствует о волнообразном протекании адаптивных погодно–климатических реакций связывающих воедино сердечно-сосудистую и дыхательную системы.

Физиологические изменения, развертывающиеся в организме, позволяют достаточно надежно приспособиться к факторам окружающей среды, но они бывают не всегда благоприятны с точки зрения уровня здоровья и сопровождаются пиками сезонной заболеваемости (Варламова¹, 2004).

4.8 Тестирование «до отказа» у лыжников - гонщиков в годовом цикле

Непрерывный мониторинг кардиореспираторных показателей в режиме “breath bei breath” во время тестовых нагрузок на велоэргометре позволил определить реальные пульсовые зоны ЧСС в годовом цикле и предикторы завершения теста «до отказа» (Бойко и др., 2019), чего не встречено в доступной литературе.

4.8.1 Динамика порога анаэробного обмена в годовом тренировочном цикле

Анаэробный порог является высоко воспроизводимым, точно измеряемым и безопасно достижимым параметром для не инвазивной оценки индивидуальной кардиопульмональной физической нагрузки (Wasserman et

al., 1994). Тренировки с использованием третьей зоны наиболее широко применяются в базовом периоде подготовки для развития специальной выносливости (Поликарпочкин и др., 2014). Однако, использование на практике пяти расчетных пульсовых зон не дает однозначного ответа о реальном тренировочном пульсе. Начиная с зоны три (70-80% от ЧСС_{тах}), которой соответствует аэробно-анаэробный переход, на практике выявлен значительный дрейф индивидуальных значений ЧСС как в сторону меньших, так и больших значений от расчетной ЧСС. Успешность тренировочного процесса в значительной мере зависит от точности распределения ЧСС на тренировочные зоны (Ландырь и др., 2013).

В большинстве случаев индивидуальная ЧСС на ПАНО в зоне 70-80% от ЧСС_{тах} у лыжников-гонщиков (группа VII) была выше расчетной и включала диапазон 70-85% от ЧСС_{тах}. Размах индивидуальной ЧСС у лыжников – гонщиков был от 103 до 209 уд/мин, расчетной – от 150.4 до 164.8 уд/мин. В работе R. Moran-Navarro с соавторами (2016), выполненной на велосипедистах, выделено тоже 5 зон ЧСС и зона R2, соответствующая нашей зоне три, включала диапазон 74-86% ЧСС, что вполне согласуется с полученными данными.

Таким образом, индивидуальная ЧСС на ПАНО у лыжников–гонщиков была выше расчетной ЧСС на 5.5% и зона три соответствовала 70-85% максимальной ЧСС (Бойко и др., 2019).

Годовой тренировочный цикл. Наилучшее функциональное состояние организма лыжников–гонщиков (группа VII) (табл. 18) характерно для сентября и сопровождалось на ПАНО пиковыми значениями ЧСС, ПК, КП, мощности нагрузки и процента ПК от МПК. Разница между ЧСС и ЧСС_р в октябре и мае составила 9.6%.

Наиболее благоприятные значения ЧСС на ПАНО были в подготовительный период, а наименее – в соревновательный (рис. 21), что требует корректировки тренировочного процесса и усиления

восстановительных мероприятий, направленных на улучшение состояния организма спортсмена после физических и эмоциональных нагрузок.

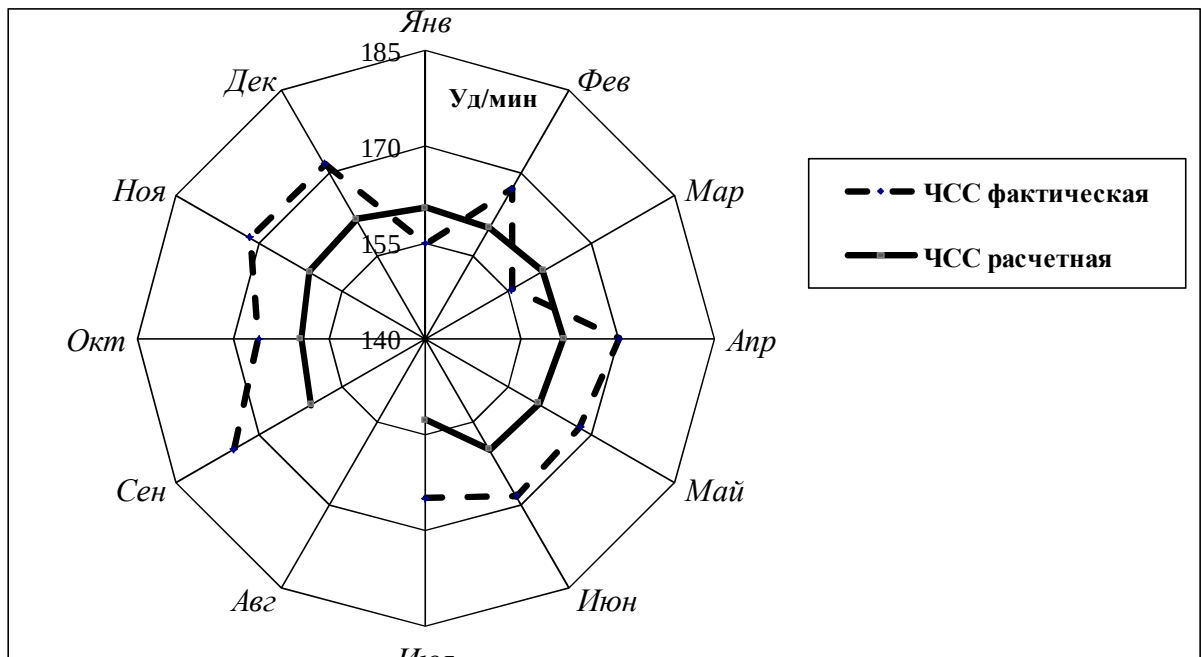


Рисунок 21 - Фактическая ($p < 0.01$, F-критерий) и расчетная частота сердечных сокращений (уд/мин) на пороге анаэробного обмена у лыжников-гонщиков (группа VII) в годовом тренировочном цикле.

Индивидуальные значения ЧСС на ПАНО в разные месяцы у лыжников – гонщиков подтверждают не очень благоприятную картину: более низкая ЧСС на ПАНО в соревновательный период по сравнению с подготовительным (Бойко и др., 2017) приводит к тому, что меньшая часть физической нагрузки выполняется в аэробной зоне и быстрее наступает переход в менее физиологически благоприятную анаэробную зону (рис. 22).

К сожалению, нам не удалось сопоставить динамику ЧСС на пороге ПАНО со спортивными результатами лыжников-гонщиков, т.к. в сентябре, когда спортсмены показали наилучшие результаты в тесте «до отказа» еще нет снега, и соревнования проводятся на лыжероллерах и корректного сопоставления результатов соревнований в сентябре и январе – марте не получиться. Результаты подготовительного периода в сентябре выглядят достаточно успешными по показателям кардиореспираторной системы, но в

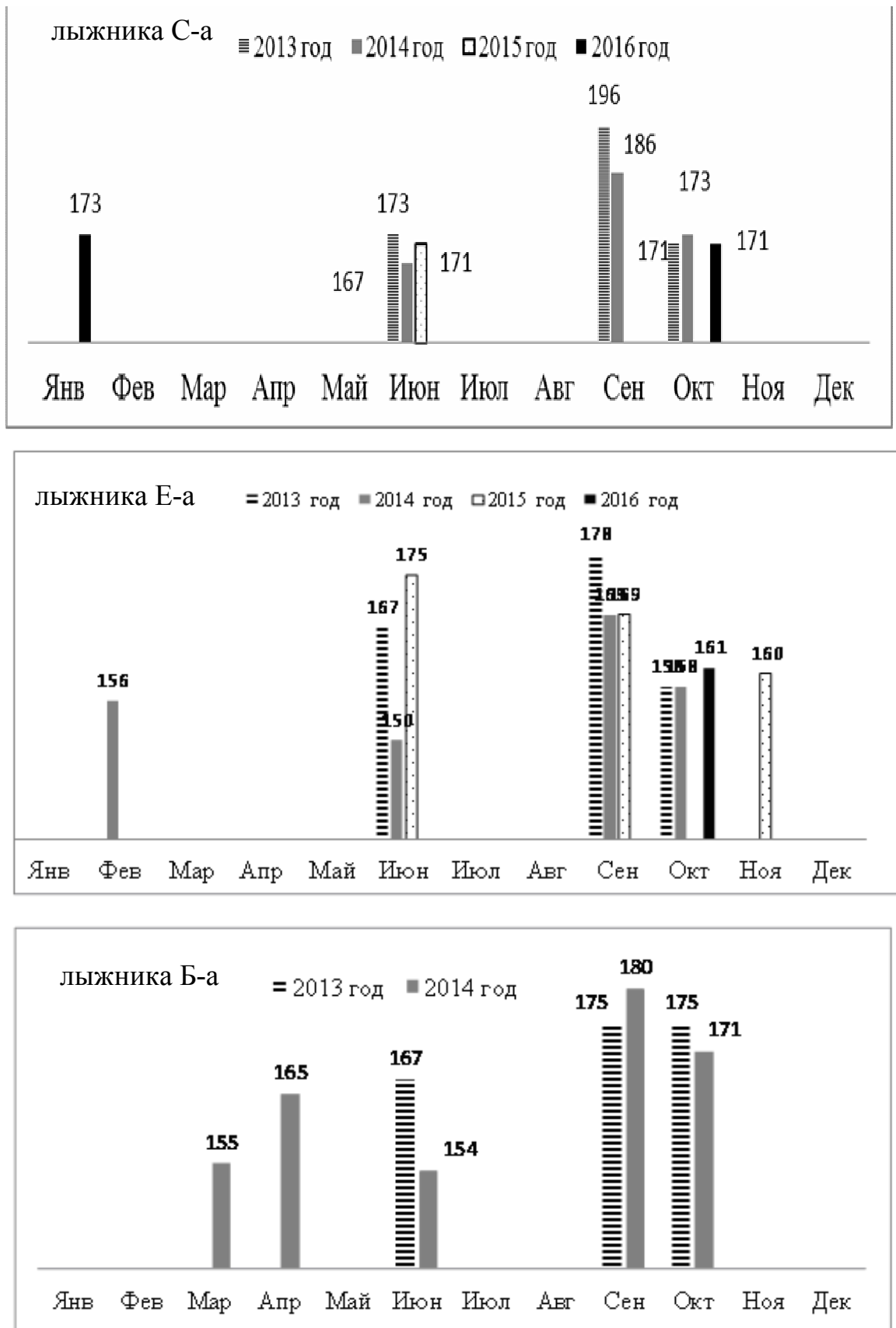


Рисунок 22 – Индивидуальная частота сердечных сокращений на пороге анаэробного обмена в разные месяцы у лыжников-гонщиков из группы VII.

дальнейших периодах годичной подготовки эти наработки утрачиваются, хотя должны нарастать в соревновательный период (Бойко и др., 2019).

Максимумы и минимумы показателей на ПАНО. Увеличение ЧСС на ПАНО в годовом цикле на 20% позволяет спортсмену выполнять более высокие нагрузки в аэробном режиме и увеличить мощность тестовой нагрузки на 20%. По мнению авторов (Borresen, Lambert, 2009) существует не так много исследований в области количественной оценки учебных тренировочных программ и их влияния на физиологические показатели. В будущем больше внимания должно быть направлено на индивидуальную способность реагирования и адаптацию к обучению. Полагаем, что причиной не благоприятной динамики на ПАНО в годовом цикле в соревновательный период может быть отсутствие или недостаточная индивидуальная коррекция тренировочного процесса и восстановительных мероприятий (Бойко и др., 2019).

4.8.2 Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников–гонщиков

Сравнение показателей респираторной функции в покое у группы украинских спортсменов (n=319) кандидатов и мастеров в разных видах спорта (легкая атлетика, триатлон, гребля на байдарках и каноэ, гребной слалом, баскетбол, хоккей, биатлон, лыжные гонки и др.) (Лисенко, 2012) с таковыми у лыжников-гонщиков (группа VIII), принимавших участие в нашем исследовании, выявило отсутствие статистически значимых различий для ЧСС и КП. Однако, спортсмены группы сравнения имели в покое ($p < 0.05-0.01$) более высокий уровень ПК, ВУГ, МОД и ЧД (соответственно: 419.3 ± 6.1 мл/л, 330.7 ± 5.1 мл/л, 13.3 ± 0.2 л/мин, 16.4 ± 0.2 мин⁻¹), что может

свидетельствовать о менее спокойном исходном состоянии их перед нагрузочным тестированием. При выполнении теста с максимальной нагрузкой группой сравнения (Лисенко, 2012) с использованием комплекса «Oxicon Pro» была достигнута большая мощность работы (397.8 ± 3.6 Вт), более высокое ВУГ (5157.5 ± 43.2 мл/л) и ЧСС (190.2 ± 0.6 уд/мин) ($p < 0.05-0.001$). Остальные показатели: ПК, КП, МОД и ЧД имели тенденцию к более высоким значениям у спортсменов группы сравнения, что связано, вероятно, с большей мощностью выполненной ими нагрузки на велоэргометре.

У спортсменов (Лисенко, 2012) увеличились при нагрузке МОД, ДО, ЧД, ПК и ВУГ, соответственно, до 1201%, 358%, 321%, 1141%, 1560%. Однако, прирост величины показателей при нагрузке, по сравнению с уровнем покоя, был более значительным у обследованных лыжников: для МОД - 1345%, ДО – 368%, ЧД - 338%, ПК – 1267%, ВУГ – 1631%, что, по-видимому, отражает более спокойное состояние в начале обследования. ЧСС и КП в нашем обследовании (Варламова и др., 2015) изменились меньше, чем у спортсменов Украины (Лисенко, 2012), по-видимому из-за меньшей мощности достигнутой нагрузки лыжниками-гонщиками (группа VIII).

При обследовании группы сравнения максимальная мощность работы составила 397.2 ± 3.6 Вт, ПК – 4.785 ± 0.036 л/мин, ВУГ – 5.158 ± 0.043 л/мин, ЧСС – 190.2 ± 0.6 уд/мин, КП – 25.4 ± 0.2 мл/удар, что больше ($p < 0.05-0.001$), чем у лыжников-гонщиков аналогичной спортивной квалификации, проживающих в условиях Севера. Проживание в условиях холодного климата способствует формированию ряда адаптивных признаков, затрагивающих функцию кардиореспираторной системы (Авцын и др., 1985; Евдокимов и др., 2007) и негативно сказывается на уровне физической работоспособности (Бойко и др., 2019).

Анализ результатов обследования позволил выявить три группы кардиореспираторных показателей с различной величиной их прироста во время нагрузки до отказа, по сравнению с покоем. В первую группу вошли максимально лабильные респираторные показатели: МОД, ПК и ВУГ,

которые продемонстрировали прирост над уровнем покоя свыше 1000%. Ко второй группе отнесены: ДО, ЧД, ДК, ЧСС, КП и САД. Они смогли увеличить свои значения в нагрузке, по сравнению с уровнем покоя более, чем на 100%, но менее, чем на 500%. Третья группа, наименее лабильных показателей, продемонстрировала уменьшение при нагрузке около 10% (SAT_{O_2} , ДАД, КИО₂). К сожалению, сравнить эту динамику с данными других исследователей мы не смогли, ввиду отсутствия в доступной литературе такого анализа показателей. Однако, полученные результаты позволили выявить показатели кардиореспираторной функции, которые имеют очень широкий и очень узкий диапазоны варьирования, что, вероятно, предполагает разные по жесткости и комплексности механизмы их контроля.

Респираторные показатели на последней минуте нагрузки. По сравнению с началом последней минуты нагрузки к концу минуты продолжает увеличиваться МОД на 17.6%, ЧД – на 13.5%, ПК – на 4.1%, ВУГ на 6.6%, ДК на 2.9% (рис. 23), но уменьшается КИО₂ на 11.3%, ДО на



Рисунок 23 - Предикторы прекращения нагрузки на велоэргометре до отказа (для КИО₂ $p < 0.001$).

1.0%. ВУГ превышает ПК на 2.5%. МОД продолжает расти за счет ЧД, а не ДО, что снижает эффективность дыхания. После того, как ДО достигает примерно половины ЖЕЛ, становится трудно преодолевать возросшее эластическое сопротивление легких и включается частотный компонент увеличения легочной вентиляции. В это время отмечается нивелировка индивидуальных различий во вкладах эластического и не эластического сопротивления дыханию перед лицом экстремального гиперпноэ, которое требует максимальной энергетической оптимизации структуры дыхательного цикла (Breslav, Isaew, 1989). На биохимическом уровне происходит дальнейшее закисление среды: увеличиваются ДК и ВУГ. Избыточное закисление крови, возникающее у спортсменов, способных выполнять крайне напряженные предельные режимы физических нагрузок, является важным гемическим механизмом оптимизации транспорта кислорода кровью (Карпман, Любина, 2012). Образующиеся при распаде бикарбонатов дополнительные количества CO_2 вызывают заметные изменения в характере легочного газообмена; скорость выделения CO_2 при этом превышает уровень ПК (Бреслав и др., 2013). По данным литературы (Швеллнус, 2011) у здоровых людей МОД растет за счет увеличения ДО и только при очень интенсивных нагрузках – за счет ЧД. Это изменение носит приспособительный характер, более глубокое дыхание способствует эффективной альвеолярной вентиляции. Основную роль здесь играют сложные изменения регуляции дыхания, включая реакции на газовый состав крови и импульсацию от легких и дыхательных мышц (Dempsey et al., 1995).

Установлено (Швеллнус, 2011), что МОД при нагрузке может возрастать в 30-40 раз. В нашем исследовании МОД увеличился в 13,5 раз и достиг 157.4 ± 37.1 л/мин, что согласуется с данными литературы для критической мощности нагрузки (Бреслав и др., 2013): увеличение МОД от 120 до 160 л/мин.

Раннее показано (Швеллнус, 2011), что у здоровых людей сопротивление дыхательных путей при физической нагрузке не меняется и даже снижается за счет расслабления гладких мышц бронхов. Это можно объяснить увеличением концентрации таких расширяющих бронхи веществ, как катехоламины, простагландин E₂ и окись азота, и растяжением стенок бронхов при дыхании (Швеллнус, 2011). Развивающийся метаболический ацидоз вследствие накопления значительных количеств молочной кислоты в активно сокращающихся мышечных волокнах сопровождается повышением активности каротидных тел и резким возрастанием уровня легочной вентиляции (респираторная компенсация метаболического ацидоза) (Бреслав и др., 2013). У тренированных людей не обнаружены значимые связи между аэробной работоспособностью и параметрами, характеризующими производительность респираторной системы. Это наталкивает на предположение о том (Попов, Виноградова, 2012), что дыхательная система напрямую не лимитирует аэробную работоспособность. Последнее подтверждается тем, что даже у тренированных людей максимальная легочная вентиляция, зарегистрированная во время предельно интенсивных аэробных нагрузок, составляет лишь 70-90% от максимальной произвольной легочной вентиляции в покое (Попов, Виноградова, 2012).

Физическая работа сопровождается гипервентиляцией и характеризуется увеличением показателя pH внутри клеток. Активность иона водорода существенно изменяет свойства гемоглобина. От величины показателя pH зависит стабильность молекулы гемоглобина: связи между субъединицами становятся слабее по мере подкисления среды. Интенсивные тренировки вызывают у спортсменов мирового класса сдвиг кривых диссоциации оксигемоглобина вправо (Иржак, 1975). Сдвиг вправо вызывает снижение сродства гемоглобина к кислороду, вытесняет кислород из связи с гемоглобином и увеличивает

количество кислорода, доступного тканям (Иржак, 1975; Морган, Михаил, 2001).

Влияние напряжения CO_2 на сродство гемоглобина к кислороду имеет важное физиологическое значение; вместе с тем оно вторично по отношению к увеличению концентрации ионов водорода, которая возрастает с увеличением напряжения CO_2 . Высокое содержание CO_2 в венозном сегменте капилляров, снижая сродство гемоглобина к кислороду, облегчает освобождение кислорода в тканях (Морган, Михаил, 2001).

Одним из ключевых контраргументов против теории ограничения МПК только факторами доставки O_2 является тот факт, что даже в работающих на уровне МПК мышцах высокотренированных спортсменов не наблюдается полная экстракция O_2 из крови. В венозной крови, оттекающей от рабочей мышцы, напряжение O_2 у таких спортсменов составляет около 10 мм рт.ст. (Knight et al., 1993; Попов, Виноградова, 2012).

Если спортсмен в состоянии продолжить выполнение работы, мощность которой превышает критическую, то у него, после достижения МПК регистрируется снижение величины ПК. При этом МПК поддерживается кратковременно. Снижение ПК по отношению к МПК достигает в среднем 5,1% или 0,270 л/мин (Карпман, Любина, 2012). При изучении гемодинамических механизмов этого снижения оказалось, что за него ответственны МОК и артериовенозная разница по кислороду (Карпман, Любина, 2012). Уменьшение величины систолического объема крови связано, по-видимому, с тем, что в результате продолжающегося увеличения ЧСС начинают ухудшаться условия диастолического наполнения желудочков кровью, механизм уменьшения артериовенозной разницы по кислороду в этих условиях продолжает оставаться не вполне ясным (Карпман, Любина, 2012).

Функция дыхательной системы при тренировке выносливости, по-видимому, меняется меньше, чем других звеньев переноса кислорода. В то же время в некоторых случаях, особенно у высокотренированных спортсменов, именно дыхательная система может ограничивать доставку кислорода, а тем самым и переносимость аэробной нагрузки (Швеллнус, 2011). По мнению И.С. Бреслава с соавторами (2013) уровень МОД, который достигается при максимально переносимой аэробной мышечной нагрузке, где отмечается МПК, следует считать функциональным резервом дыхания. Именно он, а не максимальная вентиляция легких служит верхней границей физиологического диапазона легочной деятельности.

Гемодинамические показатели на последней минуте нагрузки. Исследования (Кылов, Лысенко, 2013) показали, что некоторые спортсмены-лыжники имеют более пологий график нарастания лактата, но более высокие значения ЧСС. Это позволяет предположить, что лимитирующим звеном, ограничивающим работоспособность, являются низкие возможности сердечно-сосудистой системы (Кылов, Лысенко, 2013). Действительно, ЧСС у лыжников практически не изменилась от начала до конца последней минуты нагрузки (прирост на 2.8%), и КП был без динамики. Вероятно, отсутствие прироста или снижение КП может служить предиктором завершения нагрузки (Бойко и др., 2019).

Динамические нагрузки вызывают заметное увеличение ПК из-за значительного увеличения сердечного выброса, ЧСС, УО и САД. Гемодинамические изменения при динамических упражнениях увеличивают нагрузку объемом на левый желудочек и потребность миокарда в кислороде из-за значительного увеличения ЧСС и ударного объема. Считается, что величина МПК на 70-85%: ограничена максимальным сердечным выбросом (Швеллнус, 2011).

Посленагрузка на левый желудочек прямо пропорциональна АД и поэтому уменьшается при снижении ОПСС (Швеллнус, 2011). В нашем

исследовании к началу последней минуты нагрузки, по сравнению с покоем сидя САДс увеличилось в 1.58 раз, а к концу нагрузки – в 1,63 раза (рис. 23). Тест с нагрузкой до отказа 58.3% лыжников с САД более 200 мм рт.ст. закончили на уровне МПК, а на уровне пикового ПК – 66.7%. Объективными признаками достижения предельной физической нагрузки (Дворников и др., 2013) является появление признаков срыва адаптации (повышение САД более 220 мм рт. ст.). Оказалось, что у спортсменов, закончивших нагрузку с САД более 200 мм рт. ст. присутствует дефицит оксида азота, хотя в покое он не был выявлен (Parshukova et al., 2020). В связи с этим повышение САД выше 200 мм рт.ст. вполне может служить не только показателем дефицита оксида азота, но и предиктором завершения нагрузки (Бойко и др., 2019) и, возможно, появлением в дальнейшем артериальной гипертензии в покое.

Для жителей Севера характерен более высокий уровень АД и повышенный уровень ОПСС, особенно в холодное время года (Авцын и др., 1985; Евдокимов и др., 2007), что, вероятно, может влиять и на величину САД при нагрузке и уменьшать ее переносимость. Компенсаторные процессы при занятиях спортом в условиях Севера (обследованы 108 спортсменов в зимнее время, кмс и мс, проживающих в Якутии и занимающихся вольной борьбой и боксом) имеют индивидуальные особенности, проявляющиеся в ряде случаев нарушением внутрисистемных взаимодействий, формированием ГЛЖ и артериальной гипертензии. В случае развития ГЛЖ по концентрическому типу наблюдается рост ОПСС, повышение системного давления, ухудшение насосной и сократительной функции сердца, совпадая с таковой у больных артериальной гипертензией (Пинигина и др., 2010).

При тяжелой физической работе (Аверьянова и др., 2018), близкой к максимальной, рост САД может осуществляться по механизму

Франка – Старлинга вследствие увеличения сократимости миокарда. При нагрузках большой и субмаксимальной мощности регуляция величины минутного объема крови обеспечивается главным образом путем изменения ЧСС, так как при высокой хронотропной реакции на физическую нагрузку происходит значительное укорочение диастолы и в результате начинает страдать наполнение желудочков кровью. Резервы увеличения ударного объема крови исчерпываются при ЧСС 120-130 уд/мин, после превышения этой величины увеличение минутного объема крови происходит за счет ЧСС (Аверьянова и др., 2018). Частота сердцебиений увеличивается за счет подавления барорефлекторных проявлений, развивающихся при подъеме АД, снижения парасимпатических влияний на сердце и возрастания симпатических воздействий. Источником этих реакций может быть как прямое влияние с высших отделов центральной нервной системы, так и рефлексы с работающих мышц (Аверьянова и др., 2018).

Сатурация крови у обследованных лыжников уменьшилась по сравнению с покоем в начале последней минуты нагрузки на 6.0%, к концу нагрузки снизилась на 10.6% (рис. 23), что свидетельствовало о развитии артериальной гипоксемии. По данным литературы (Попов, Виноградова, 2012) артериальная гипоксемия – это значительное снижение (более 5%) сатурации артериальной крови кислородом. При различных по продолжительности максимальных нагрузках (2-10 минут) разные авторы (Dempsey, Wagner, 1999; Rice et al., 1999; Nielsen et al., 2002) регистрировали снижение сатурации до 80-90%, что приводило к снижению общего количества O₂ доставляемого тканям.

При максимальной нагрузке (Dempsey et al., 1984; Швеллнус, 2011) сатурация крови иногда снижается на 3-15% по сравнению с состоянием покоя. Эта так называемая нагрузочная гипоксемия развивается примерно у 50% тренированных на выносливость

профессиональных спортсменов-мужчин (Швеллнус, 2011; Попов, Виноградова, 2012).

Снижение сатурации крови (Попов, Виноградова, 2012) является следствием неадекватного соотношения альвеолярной вентиляции и перфузии. Артериальная гипоксемия встречается и у спортсменов с нормальной респираторной системой. Гипоксемия может быть вызвана недостаточной оксигенацией крови в легких, вследствие усиления кровотока через артериовенозные шунты, и увеличение вентиляционно-перфузионного коэффициента (Бреслав и др., 2013). Можно представить несколько гипотетических причин возникновения артериальной гипоксемии. У высокотренированных людей это явление связывают, прежде всего, с малым временем пребывания эритроцита в зоне газообмена. Респираторная система может в некоторых случаях косвенным образом ограничивать доставку O_2 к рабочим мышцам во время работы на уровне МПК как за счет развития артериальной гипоксемии, так и за счет рефлекторного перераспределения кровотока между дыхательными и работающими локомоторными мышцами (Попов, Виноградова, 2012). По данным V. Billat с соавторами (1995) сама по себе гипоксемия, как таковая, может не влиять непосредственно на время наступления отказа от нагрузки. Гипоксемия, как показано (Бреслав, 1984), не находит адекватного отражения в ощущениях человека. Критерием резервов системы кислородного транспорта служит, как известно, МПК. И естественно, чем ближе мощность мышечной нагрузки к этой величине, тем скорее наступает отказ (Бреслав и др., 2013).

Механизмы нагрузочной гипоксемии неизвестны, а имеющиеся гипотезы основаны на непрямых данных и носят спекулятивный характер (Швеллнус, 2011). К возможным механизмам этого явления относят: сброс крови справа-налево, неравномерность вентиляционно-перфузионного отношения, неполный газообмен, т.е. отсутствие

уравновешивания газового состава крови и альвеолярного воздуха в венозном конце легочных капилляров (Demsey, Wagner, 1999). В то же время получены данные о том, что снижение SAT_{O_2} уменьшает спортивную работоспособность (Koskolou, McKenzie, 1994).

При тренировке выносливости развиваются многочисленные изменения разных систем, обеспечивающих повышение МПК и переносимости аэробной нагрузки. Очевидно, что главным фактором, ограничивающим аэробную нагрузку у профессиональных спортсменов, является перенос кислорода. По всей вероятности, основным механизмом приспособления к аэробным нагрузкам является повышение насосной функции сердца, а именно ударного объема и сердечного выброса. Рост ударного объема у высокотренированных спортсменов обусловлен повышением как систолической так и диастолической функции, однако увеличение диастолического наполнения сердца, видимо, играет основную роль (Швеллнус, 2011).

Дыхательные мышцы при длительной изнуряющей нагрузке могут утомляться, что сопровождается снижением способности сердечно-сосудистой и дыхательной системы доставлять кислород к работающим мышцам, а, следовательно, и переносимостью аэробной нагрузки и эффективностью ее выполнения (Швеллнус, 2011).

Существует две наиболее популярные гипотезы, объясняющие причину отказа от работы (Попов, 2007). Согласно первой утомление возникает вследствие чрезмерного накопления в мышце продуктов анаэробного гликолиза и, как следствие, снижения ее сократительных возможностей. Альтернативная гипотеза объясняет отказ от работы недостаточной скоростью ресинтеза АТФ в аэробных процессах (Попов, 2007). Между кислородным обеспечением работающей мышцы и интенсификацией в ней анаэробного гликолиза нет жесткой взаимосвязи (Попов, 2007).

ВЫВОДЫ

1. У мужчин Европейского Севера, не занимающихся спортом, максимальные значения легочных объемов: дыхательного и минутного, жизненной и форсированной жизненной емкостей легких, резервного объема вдоха, и форсированного выдоха за полсекунды и секунду наблюдали в холодное время года (с ноября по апрель), минимальные - в теплое (с мая по сентябрь). Жизненная емкость легких у мужчин Европейского Севера, не занимающихся спортом, была выше индивидуально рассчитанной нормы с учетом пола, возраста, роста и массы тела на 12.8%, индекс Тиффно меньше на 11.6%. Значения форсированной жизненной емкости легких и объема форсированного выдоха за первую секунду по отношению к индивидуальной норме имели волнообразную динамику: в холодное время года они были больше, соответственно на 4.7 и 6.0%, а в теплое – меньше на 6.9 и 5.2%.

2. У мужчин Европейского Севера, не занимающихся спортом, динамические характеристики: пиковая и мгновенные объемные скорости в момент выдоха 25 и 50% форсированной жизненной емкости легких по отношению к индивидуальной норме имели волнообразную динамику: превышая ее, соответственно на 6.2, 7.3 и 12.8% в холодное время года и были меньше на 4.7, 4.5 и 3.3% - в теплое. Мгновенная объемная скорость при выдохе 75% форсированной жизненной емкости легких и средняя объемная скорость выдоха в диапазоне 25-75 форсированной жизненной емкости легких у мужчин, в сравнении с индивидуальной нормой, всегда была выше, соответственно на 24.8 и 18.5%. Это свидетельствует о более глубокой адаптивной перестройке функции мелких бронхов, в сравнении со средними и крупными. Направленность адаптивных реакций дыхательной системы приводит к формированию динамической нормы показателей: с превышением значений обычно рекомендуемой нормы в холодное время

года и уменьшением значений ниже нормы в теплое время, что необходимо учитывать при диагностике и лечении бронхо – легочных заболеваний.

3. У высококвалифицированных лыжников-гонщиков значения объемных характеристик функции внешнего дыхания (кроме минутного объема дыхания) больше на 12.2-16.8%, чем у мужчин не спортсменов, проживающих в этом же регионе и больше, чем у жителей комфортного климата. У спортсменов меньше на 9.7% выражен гипервентиляционный синдром, пиковые значения показателей наступают на два месяца раньше (в феврале), а комфортное состояние респираторной функции длится на месяц дольше (до октября), чем у не занимающихся спортом. Мужчины, не занимающиеся спортом, в холодное время года имеют форсированную жизненную емкость легких и объем форсированного выдоха за первую секунду больше нормы (на 4.7-6.0%), а в теплое время - меньше нормы (на 6.9-5.2%). Показатели у лыжников – гонщиков всегда превышают норму на 16.0-16.8%, что свидетельствует у них о более глубокой перестройке функции внешнего дыхания.

4. При дыхании на холоде у мужчин и женщин, жителей Европейского Севера, наиболее часто менялись динамические характеристики функции внешнего дыхания, объемные показатели оставались более стабильными. Дыхание холодным воздухом уменьшает у 91,3% мужчин и 85.0% женщин жизненную емкость легких (на 16.9 и 14.1%), увеличивает индекс Тиффно у мужчин. Уменьшение скорости воздушных потоков при дыхании холодным воздухом характерно для 83.5-100.0% мужчин и 60.0-80.0% женщин. Изменения функции внешнего дыхания у мужчин и женщин на холоде свидетельствуют об экстренном включении изоляционных и рестриктивных реакций дыхательных путей, позволяющих сохранить наиболее оптимальные условия кондиционирования низкотемпературного воздуха.

5. У мужчин Европейского Севера максимальное систолическое артериальное давление выявлено в ноябре, диастолическое – в феврале. Минимальные цифры систолического артериального давления

зарегистрированы в июне, диастолического – в мае. Статистически значимая взаимосвязь между систолическим артериальным давлением и потреблением кислорода наблюдается у мужчин в годовом цикле при значениях коэффициента корреляции 0.310 ($p < 0.001$).

6. У проживающих на Европейском Севере нормотензивных женщин трудоспособного возраста определена годовая вариабельность артериального давления с максимальным значением систолического в феврале и диастолического - в январе. Минимальные значения систолического артериального давления были характерны для июля, диастолического - для августа. Расхождение месяца пикового значения систолического артериального давления у мужчин (ноябрь) и женщин (февраль), связано, вероятно как с разным температурным режимом в дни измерения показателя ($-19.4 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$ у мужчин в ноябре) и ($-13.2 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ у женщин в феврале), работой мужчин на открытом воздухе, а женщин в помещении и с существенно более частой (ежедневной) регистрацией показателя у женщин.

7. Индивидуальный анализ чувствительности к вариациям внешних факторов показал, что на атмосферную температуру реагируют до 88% женщин Европейского Севера, на геомагнитную активность - до 44%, на относительную влажность воздуха - до 24% и на величину атмосферного давления до 16% женщин. Не метеочувствительными по систолическому артериальному давлению являются 8% женщин, по диастолическому – 24%. От 36 до 48% женщин реагирует сразу на два метеорологических показателя.

8. Систолическое и диастолическое артериальное давление у северян 20-59 лет выше, чем у жителей более комфортного климата в силу включения адаптивных механизмов к условиям Севера, совпадающих в большинстве случаев с механизмами формирования артериальной гипертензии. Динамика артериального давления в годовом цикле у мужчин и женщин свидетельствует о смене приоритетов его контроля в разное время года со стороны гуморально-гормональных регуляторов, вегетативной и центральной нервной систем, что необходимо учитывать при разработке

критериев антигипертензивной терапии на основе годового тренда показателей.

9. В годовом цикле у практически здоровых женщин выявлено модулирующее влияние климатических факторов на показатели ЭКГ, так в холодное время обнаружены признаки гиперфункции предсердий и желудочков, изменения амплитуды зубца Р, характерные для Р-pulmonale не достигающие клинически значимых величин. Наибольшее влияние погодные факторы оказывали на амплитуду зубца Р, динамика которой в зимний период была обусловлена комплексом адаптивных реакций, прежде всего, в респираторной системе. В зимний период, по сравнению с летним, параметры ЭКГ приближались к границе «патология» и могли служить фоном для возникновения пароксизмов. Электрокардиограмма может служить маркером влияния климата на сердечно – сосудистую систему жителей Севера.

10. У высококвалифицированных лыжников-гонщиков в годовом цикле индивидуальная частота пульса на пороге анаэробного обмена имеет дрейф в 5.5% и включает диапазон 70-85% максимальной частоты пульса. Увеличение частоты сердечных сокращений в зоне порога анаэробного обмена на 20% позволяет спортсмену выполнять более длительную нагрузку в аэробном режиме и увеличить ее мощность на 20%. Наиболее благоприятные значения кардиореспираторных показателей в зоне порога анаэробного обмена были в подготовительный период (теплое время года), а наименее – в соревновательный (холодное время года), что требует при занятии спортом учета погодно-климатических дрейфов, корректировки тренировочного процесса и восстановительных мероприятий.

11. Определены кардиореспираторные предикторы завершения теста с физической нагрузкой «до отказа» у лыжников-гонщиков. По сравнению с началом последней минуты нагрузки «до отказа», к концу минуты уменьшаются: дыхательный объем, коэффициент использования кислорода, сатурация крови. Респираторная функция и альвеолярная вентиляция

становятся менее эффективными. У лиц, достигших максимального потребления кислорода предиктором прекращения нагрузки, может служить снижение его значения. У спортсменов, завершивших нагрузку на уровне пикового потребления кислорода предикторами прекращения нагрузки, являются: отсутствие прироста кислородного пульса, уменьшение коэффициента использования кислорода до 30 мл/мин и ниже, падение сатурации крови на 10%, увеличение систолического артериального давления более, чем на 200 мм.рт.ст.

12. Годовая динамика кардиореспираторных показателей у жителей Европейского Севера позволяет определить периоды наибольшего и наименьшего напряжения функций, более целенаправленно планировать меры коррекции здоровья у человека в условиях Севера и служить базой для превентивной диагностики сердечно-сосудистых и легочных заболеваний и перехода к экологически адаптированной, персонализированной медицине. Сведения о динамике амплитудно–временных характеристиках ЭКГ в годовом цикле позволяют предложить новое направление «экологическая электрокардиология».

Практические рекомендации

1. Для раннего выявления признаков обструктивных и рестриктивных нарушений функции внешнего дыхания, артериальной гипертензии, «легочного сердца» рекомендуется для жителей Севера и лиц, приезжающих на работу вахтовым методом, включение в перечень методов диспансеризации более углубленное исследование кардиореспираторной функции.

2. При назначении и оценке результатов проводимого лечения необходимо учитывать годовые циклы показателей сердечно – сосудистой и дыхательной систем.

3. Планирование тренировочного процесса необходимо соотносить не только с календарем соревнований, но и с годовыми погодными – климатическими условиями.

Список сокращений

АГ	– артериальная гипертензия
АД	– артериальное давление, мм рт. ст.
ВУГ	– выделение углекислого газа, л/мин
ГПЖ	– гипертрофия правого желудочка
ДАД	- диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.
ДК	– дыхательный коэффициент
ДО	- дыхательный объем, л
Евд	– емкость вдоха (ДО+РОВд), л
ЖЕЛ	– жизненная емкость легких - разница между объемами воздуха в легких при полном вдохе и полном выдохе, л
КИО ₂	– коэффициент использования кислорода, мл
КМС	– кандидат в мастера спорта
КП	- кислородный пульс, мл/удар
ЛЖ	– левый желудочек сердца
ЛС	– легочное сердце
МВЛ	– максимальная вентиляция легких, л/мин
МОД	– минутный объем дыхания (ДО*ЧД), л/мин
МОК	– минутный объем крови, л/мин
МОС ₂₅	– мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ, л/с
МОС ₅₀	– мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ, л/с
МОС ₇₅	– мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ, л/с
МПК	– максимальное потребление кислорода, л/мин
МПК/кг	- МПК на килограмм массы тела, мл/мин/кг

МС	– мастер спорта
ОФВ ПОС	– объем форсированного выдоха до достижения ПОС, л/с
ОФВ05	– объем форсированного выдоха за первые 0.5 секунды, л/с
ОФВ1	– объем форсированного выдоха за первую секунду, л/с
ОФВ1/ЖЕЛ	- индекс Тиффно, %
ОФВПОС/ФЖЕЛ	– отношение ОФВПОС к ФЖЕЛ.
ПАНО	– порог анаэробного обмена
ПК	- потребление кислорода, л/мин
ПОС	– пиковая объемная скорость – максимальная скорость потока воздуха, достигаемая в процессе форсированного выдоха, л/с
РК	– Республика Коми
РОВд	– резервный объем вдоха – максимальный объем, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха, л
РОВыд	- резервный объем выдоха – максимальный объем, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха, л
РФ	– Российская Федерация
САД	– систолическое артериальное давление, мм рт.ст.
САС	– симпатoadреналовая система
СНС	– симпатическая нервная система
СОС25-75	– средняя объемная скорость выдоха, определяемая в процессе выдоха от 25 до 75% ФЖЕЛ, л/с
ТПОС	– время достижения пиковой объемной скорости, с
ТФЖЕЛ	– время форсированного выдоха, с
ФВД	– функция внешнего дыхания

ФЖЕЛ	– форсированная жизненная емкость легких – разница между объемами воздуха в легких в точках начала и конца маневра, л
ФН	– физическая нагрузка
ЧД	– частота дыхания, количество вдохов (или выдохов) в минуту, мин ⁻¹
ЧСС	- частота сердечных сокращений, уд/мин
ЧСС _{max}	– максимальная частота сердечных сокращений, уд/мин
ЧСС _р	– расчетная ЧСС, уд/мин
ЭКГ	– электрокардиограмма
%ПК от МПК	- процент потребления кислорода от уровня максимального потребления кислорода
BTPS	- альвеолярные условия: температура 37°C градусов, реальное атмосферное давление, 100% насыщение водяными парами
N	- мощность нагрузки, Вт
r	- коэффициент корреляции
STPD	– стандартные условия: температура 0°C, давление 760 мм рт. ст., нулевая влажность

Список литературы

- 1.Абрамов, М.С. Артериальное давление у здорового населения / М.С. Абрамов. - Ташкент: Медицина, 1986. - 116 с.
- 2.Авдеев, С.Н. Пульмонология / С.Н. Авдеев, З.Р. Айсанов, О.П. Баранова А.А. Белевский и др.; под ред. А.Г. Чучалина. - М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2008. - 240 с.
- 3.Аверьянова, И.В. Морфофункциональные перестройки при длительных периодах адаптации у постоянных жителей внутриконтинентальной зоны Северо-Востока России / И.В. Аверьянова, А.Л. Максимов, С.И. Вдовенко // Экология человека. - 2015.-№3.-С. 10-15.
- 4.Аверьянова, И.В. Особенности липидного и углеводного обмена у мужчин-аборигенов и укорененных европеоидов Магаданской области / И.В. Аверьянова, А.Л. Максимов, Н.С. Борисенко // Вестник Северного (арктического) Федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. - 2016.-№2.-С.5-15.
- 5.Аверьянова, И.В. Функциональные особенности системы внешнего дыхания и газообмена мужчин 17-21 года, постоянных жителей различных климатогеографических районов Магаданской области / И.В. Аверьянова, С.И. Вдовенко // Здоровье. Медицинская экология. Наука. - 2018.-Т.75, №3. – С. 84-88.
- 6.Авцын, А.П. Патология человека на Севере / А.П. Авцын А.А. Жаворонков, А.Г. Марачев, А.П. Милованов. - М.: Медицина, 1985.-416 с.
- 7.Агаджанян, Н. А. Среда обитания и реактивность организма / Н.А. Агаджанян, И.И. Макарова. - Тверь: Фамилия, 2011. - 198 с.
- 8.Агаджанян, Н.А. Этнический аспект адаптационной физиологии и заболеваемости населения / Н.А. Агаджанян, И.И. Макарова // Экология человека. -2014.-№3.-С.3-13.

- 9.Акулова, Ф.Д. Анатомо-физиологические основы электрокардиографии / Ф.Д. Акулова // Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы; под ред. Т.С. Виноградовой. - М.: Медицина, 1986. – 416 с.
- 10.Алексеева, Т.И. Адаптивные процессы в популяциях человека / Т.И. Алексеева. - М.: МГУ, 1986. - 216 с.
- 11.Алисов, Б.П. Климатология / Б.П. Алисов, Б.В. Полтараус. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Московского университета. -1974.- 299 с.
- 12.Андреева, Г.Ф. Основные закономерности общей сезонной смертности и факторы, оказывающие воздействие на нее / Г.Ф. Андреева, В.М. Горбунов // Профилактическая медицина. -2019.-Т. 22, №5.-С.143-152.
- 13.Андропова, Т.И. Гелио - метеотропные реакции здорового и больного человека / Т.И. Андропова, Н.Р. Деряпа, А.П. Соломатин. - Л.: Медицина, 1982.-248 с.
- 14.Андропова, Т.И. Характеристика некоторых гемодинамических показателей здорового человека в условиях Севера / Т.И. Андропова, М.А. Безгузова // Вопросы здоровья и акклиматизации человека на Европейском Севере. – Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1973.- С.13-15.
- 15.Анциферова, О.А. Функциональное состояние системы внешнего дыхания у детей среднего школьного возраста в условиях Европейского Севера России: автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.03.03 / Анциферова Ольга Анатольевна. - Архангельск, 1999. - 18 с.
- 16.Апханова, С.А. Уровень АД и его связь с некоторыми показателями физического развития у подростков 14 лет-жителей Улан-Удэ (по данным одномоментного эпидемиологического обследования) / С.А. Апханова, Д.Б. Шестов, В.И Хоптяр // Кардиология.-1993.-Т.33. № 11.-С.16-19.
- 17.Апчел, В.Я. Динамика показателей функционального состояния организма при адаптации лётного состава к условиям крайнего Севера / В.Я. Апчел, А.Н. Жекалов, Г.Н. Загородников, В.А. Горичный // Вестник Российской военно-медицинской академии. - 2019. - № 3 (67). - С. 92-98.

- 18.Арокина, Н.К. Холодовой паралич дыхательного центра и возобновление его функций у гомойотермных животных без отогревания тела / Н.К. Арокина, К.П. Иванов, М.Ф. Волкова // Доклады Академии наук. -1999.- Т.364, № 4.-С.560-562.
- 19.Арсеньев, Ф.В. Возрастные особенности гемодинамики малого круга кровообращения при бронхолегочных заболеваниях в условиях пробы Вальсальвы / Ф.В. Арсеньев, С.В. Школовой // Кардиология. -1989.-Т.29, № 8.-С.102-104.
- 20.Астахов, А.В. Экспресс-тестирование анаэробного порога и максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов / А.В. Астахов, В.В. Щеголев // Теория и практика физической культуры. - 2015. - № 9. - С. 73-74.
- 21.Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. - М.: Дрофа,1997.-115 с.
- 22.Баженов, Ю.И. Адренергический контроль гомеостатических функций при сложных формах адаптации / Ю.И. Баженов, А.Ф. Баженова // Адаптация организма к природным и экосоциальным условиям среды: тез. докл. - Магадан, 1998. С. 8-9.
- 23.Барбараш, Н.А. Адаптация к холоду / Н.А. Барбараш, Г.Я. Двуреченская // Физиол. адаптационных процессов; под ред. О.Г. Газенко, Ф.З. Меерсона. - М.: 1986. - С. 251-302.
- 24.Барбараш, Н.А. Периодическое действие холода и устойчивость организма / Н.А. Барбараш // Успехи физиол. наук. -1996.-Т. 27, № 4.- С.116-132.
- 25.Барсуков, А.В. Артериальная гипертензия. Клиническое профилирование и выбор терапии / А.В. Барсуков, С.Б. Шустов. - СПб.: Изд-во «ЭЛБИ-СПб», 2004. - 255 с.
- 26.Бартон, А. Человек в условиях холода: [пер. с англ.] / А. Бартон, О. Эдхолм. - М.: Иностранная литература, 1957.-333 с.

- 27.Бартош, О.П. Влияние экологических факторов на адаптационные изменения функции внешнего дыхания у молодых жителей Северо – Востока России / О.П. Бартош, А.Я. Соколов // Биологические аспекты экологии человека: материалы всероссийской конференции с международным участием (Архангельск, 1-3 июля 2004 г.). – Архангельск, 2004. - Т.1.- С.34-36.
- 28.Бартош, О.П. Региональные особенности внешнего дыхания в экологических условиях Северо - Востока России / О.П. Бартош, А.Я. Соколов // Физиология человека. - 2006. - Т. 32, № 3. - С. 70-78.
- 29.Бойко, Е.Р. Определение интенсивности тренировочных зон и форма представления результатов у лыжников – гонщиков высокой квалификации / Е.Р. Бойко, Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, Н.Н. Потолицына, Т.В. Есева, А.И. Ветров, А.В. Нутрихин // Актуальные вопросы подготовки лыжников: – гонщиков и биатлонистов высокой квалификации: материалы III всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам и биатлону (Смоленск, 21-24 апреля 2015 г.). – Смоленск, 2015. - С. 39-42.
- 30.Бойко, Е.Р. Подходы к оценке кислородного гомеостаза у человека на Севере / Е.Р. Бойко, В.Г. Евдокимов, А.Ю. Логинов, Н.Г. Варламова, Н.А. Вахнина, Н.Н. Потолицына, В.Д. Шадрина, А.М. Канева, Т.И. Кочан, О.В. Рогачевская, А.Ю. Людина, О.А. Кеткина, Т.П. Логинова, Т.В. Есева, Ю.Г. Солонин // Донозоология – 2006: материалы 2-й международной научной конференции. - Санкт-Петербург, 2006.-С.92-93.
- 31.Бойко, Е.Р. Показатели порога анаэробного обмена у лыжников – гонщиков / Е.Р. Бойко, Т.П. Логинова, Н.Г. Варламова, Н.Н. Потолицына, А.Ю. Людина, А.И. Ветров, А.В. Нутрихин // Актуальные вопросы подготовки лыжников – гонщиков высокой квалификации: материалы IV всероссийской научно – практической конференции по лыжным гонкам (Смоленск, 25-28 апреля 2017 г.).- Смоленск, 2017. – С.31-39.

- 32.Бойко, Е.Р. Физиологический, биохимический и психологических статус подростков Европейского Севера / Е.Р. Бойко, Н.Г. Варламова, Т.В. Есева, А.М. Канева, О.А. Кеткина, Т.П. Логинова, А.Ю. Людина, А.Л. Марков, О.И. Паршукова, Н.Н. Потолицына, Ю.Г. Солонин, В.А. Семяшкин // Человек на Севере: системные механизмы адаптации: сб. трудов, посвященных 20-летию НИЦ «Арктика» ДВО РАН. - Магадан, 2011. - С. 40-56.
- 33.Бойко, Е.Р. Физиолого – биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере / Е.Р. Бойко. - Екатеринбург: УрО РАН, 2005. - 190 с.
- 34.Бойко, Е.Р. Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта / Е.Р. Бойко, Т.П. Логинова, Н.Г. Варламова, А.Л. Марков, Ю.Г. Солонин, Б.Ф. Дерновой, О.И. Паршукова, Н.П. Монгалев, А.Ю. Людина, Н.Н. Потолицына, Т.В. Есева, И.О. Гарнов, А.И. Ветров, А.В. Нутрихин, А.А. Черных, В.И. Прошева, А.В. Ватлин, Л.Ю. Рубцова А.В. Кучин, Д. Ценке.- Сыктывкар: ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019.-256 с.
- 35.Бойко, Е.Р. Форма выдачи результатов обследования спортсменов на системе ОхуconPro при тестировании «до отказа» / Е.Р. Бойко, Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, Т.В. Есева, А.В. Евдокимов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.-2015.-№2015661690.
- 36.Бойко, Е.Р. Функциональное значение аполипопротеина Е в липидном обмене у жителей европейского Севера / Е.Р. Бойко, А.М. Канева, Н.Н. Потолицына // Физиология человека.-2010.-Т.36, №2.-С. 138-144.
- 37.Бойко¹, Е.Р. Метаболическое обеспечение годового цикла адаптивных реакций селдечно – сосудистой и дыхательной систем у военнослужащих в условиях Севера / Е.Р. Бойко, Н.Г. Варламова, Н.А. Вахнина, В.Г. Евдокимов, Т.В. Есева, А.М. Канева, О.А. Кеткина, Т.И. Кочан, А.Ю. Логинов, Т.П. Логинова, А.Ю. Людина, О.И. Паршукова, Н.Н. Потолицына, О.В. Рогачевская, Ю.Г. Солонин, В.Д. Шадрина.- Сыктывкар, 2007.-264с.

- 38.Бойко², Е.Р. Сезонные аспекты оксидативного стресса у человека в условиях Севера / Е.Р. Бойко, В.Г. Евдокимов, Н.А. Вахнина, В.Д. Шадрина, Н.Н. Потолицына, Н.Г. Варламова, Т.И. Кочан, А.М. Канева, Ю.Г. Солонин, Т.П. Логинова, Т.В. Есева, О.А. Кеткина, О.В. Рогачевская, А.Ю. Людина // Авиакосмическая и экологическая медицина.-2007.-Т.41, №3.-С.44-47.
- 39.Борискин, В.В. Жизнь человека в Арктике и Антарктике / В.В. Борискин. - Л.: Медицина, 1973.-199 с.
- 40.Бочаров, М.И. Модификация структурно - функционального ответа сердца и системной гемодинамики на кардиоселективный β_1 - адреноблокатор у лиц с артериальной гипертонией при адаптации к холоду / М. И. Бочаров, Б.Ф. Дерновой // Физиология человека. – 2016.- Т.42, № 2. – С. 71–82.
- 41.Бреслав, И.С. Дыхание и мышечная активность человека в спорте / И.С. Бреслав, Н.И. Волков, Р.В. Тамбовцева. - М.: Советский спорт, 2013. - 336 с.
- 42.Бреслав, И.С. Дыхание. Висцеральный и поведенческий аспекты / И.С. Бреслав, А.Д. Ноздрачев. - М.: Наука, 2005. - 309 с.
- 43.Бреслав, И.С. Паттерны дыхания / И.С. Бреслав. - Л.: Наука, 1984. - 208 с.
- 44.Букова, А.В. Изменения паттерна дыхания и вентиляционной функции легких у мужчин пожилого возраста под влиянием хеморецепторного стимула / А.В. Букова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия».-2011.- Т.24(63), №4.-С. 36-42.
- 45.Бутулов, Э.Л. Разработка и обоснование методов оценки уровня функциональной подготовленности спортсменов зимних видов спорта на этапах подготовки / Э.Л. Бутулов, А.И. Головачев, В.Г. Козьменко, Н.А. Усакова, П.Б. Богданов, Н.Н. Кондратов, В.Л. Потоцкий // Вестник спортивной науки. - 2004. - №3. - С. 13-16.

- 46.Бухарова, Г.П. Распространенность избыточного веса и ожирения по данным выборки Московского региона / Г.П. Бухарова, Т.И. Романцова // Ожирение и метаболизм. -2007.-Т.4, № 2.-С. 14-16.
- 47.Быков, Е.В. Взаимосвязь данных функционального тестирования и результатов соревновательной деятельности спортсменов с различной направленностью физических нагрузок / Е.В. Быков, О.В. Балберова, О.И. Коломиец, А.В. Чипышев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2018. - № 8 (162). - С. 32-38.
- 48.Варламова, Н.Г. Адаптивные особенности функционального состояния сердечно – сосудистой системы у жителей Севера / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов, О.В. Рогачевская // XVIII Съезд Физиологического общества им. И.П. Павлова: тезисы докладов (Казань, 2001). - М., 2001. - С. 490-491.
- 49.Варламова, Н.Г. Адаптивные реакции показателей респираторной системы, которые необходимо учитывать на занятиях служебно – прикладной физической подготовкой и спортом в условиях холодного климата / Н.Г. Варламова, Е.Р. Бойко // Актуальные проблемы служебно – прикладной физической подготовки и спорта: материалы международной научной конференции (Санкт – Петербург, 26 сентября 2014 г.). –СПб., 2014. - Ч.1.-С. 67-69.
- 50.Варламова, Н.Г. Артериальное давление, показатели электрокардиограммы и функции внешнего дыхания у мужчин 20-29 и 50-59 лет в январе и июне / Н.Г. Варламова // Геронтология: от кардиологии к социально – экономическим аспектам» в рамках работы V Северного социально – экологического конгресса «Северное измерение России: наука, инновации, сотрудничество: тезисы докладов IV научно-практической конференции Северо – Западного федерального округа (Сыктывкар, 2009). – СПб., 2009.-С. 83-84.
- 51.Варламова, Н.Г. Возрастные, гендерные, региональные и сезонные варианты электрокардиограммы у человека / Н.Г. Варламова, В.Г.

- Евдокимов // VI Симпозиум по сравнительной электрокардиологии. - Сыктывкар, 2004.-С. 15-16.
- 52.Варламова, Н.Г. Годовая динамика артериального давления и метеочувствительность у мужчин / Н.Г. Варламова, Т.А. Зенченко, Е.Р. Бойко // Терапевтический архив. - 2017. - №12. - С. 56-63.
- 53.Варламова, Н.Г. Годовой цикл артериального давления и частоты сердечных сокращений у мужчин 20-59 лет Европейского Севера / Н.Г. Варламова // Свидетельство о государственной регистрации базы данных.-2016.-№2016621084.
- 54.Варламова, Н.Г. Годовой цикл и срочные адаптивные реакции дыхательной функции у молодых людей / Н.Г. Варламова, О.В. Рогачевская // XXI съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: тезисы докладов (Калуга, 19-25 сентября 2010 г.). - Москва-Калуга, 2010.- С. 105.
- 55.Варламова, Н.Г. Годовой цикл показателей функции внешнего дыхания у человека / Н.Г. Варламова // Свидетельство о государственной регистрации базы данных. М., 2013. - №2013620749.
- 56.Варламова, Н.Г. Годовой цикл функции внешнего дыхания у мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова // Бюллетень Сибирской медицины.-2005.-Т.4, Приложение 1.-С. 124.
- 57.Варламова, Н.Г. Годовой цикл электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова // XXIII съезд Физиологического общества им. И.П. Павлова: материалы съезда (Воронеж, 18-22 сентября 2017 г.). – Воронеж, 2017. - С. 462-463.
- 58.Варламова, Н.Г. Годовой цикл электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова, Е.Р. Бойко // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук.- 2018. - № 1. - С. 57-64.
- 59.Варламова, Н.Г. Диагностическая программа «Легочное сердце» / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов, А.Е. Попов // Высокие технологии в лечении

заболеваний сердечно – сосудистой системы: материалы научно – практической конференции Северо – Западного федерального округа (Воронеж, 24 февраля 2012 г.). - Воронеж, 2012. -С. 14-16.

60. Варламова, Н.Г. Диагностическая программа «Легочное сердце» / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов, А.Е. Попов, А.В. Евдокимов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.-2012.- №2012614569.
61. Варламова, Н.Г. Динамика порога анаэробного обмена у лыжников – гонщиков в годовом тренировочном цикле / Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, И.О. Гарнов, Н.Н. Тимофеев, Е.Р. Бойко // Спортивная медицина: наука и практика. -2017.-Т.7, №4.-С. 19-24.
62. Варламова, Н.Г. Кардиореспираторные предикторы завершения теста с максимальной нагрузкой у высококвалифицированных лыжников – гонщиков / Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, Н.А. Мартынов, А.А. Черных, И.А. Расторгуев, И.О. Гарнов, В.Е.Ларина, Е.Р. Бойко // Спортивная медицина: наука и практика. - 2015. - №2. - С. 53-60.
63. Варламова, Н.Г. Особенности функции внешнего дыхания у северян в годовом цикле / Н.Г. Варламова, Е.Р. Бойко // Морская медицина. - 2017. - Т. 3, №3. - С. 43-49.
64. Варламова, Н.Г. Оценка внешнего дыхания у женщин и мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов // Гигиена и санитария. – 2008.-№1.-С. 16-19.
65. Варламова, Н.Г. Региональные особенности адаптации сердечно-сосудистой системы жителей Севера / Н.Г. Варламова // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы VIII междунар. симпоз. - М., 1998.- С. 70-71.
66. Варламова, Н.Г. Сердечно-сосудистая система у мужчин Европейского Севера при различных температурах внешней среды / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов // Донозоология – 2006: материалы 2-й международной научной конференции (Санкт-Петербург, 2006). - СПб., 2006 -С.217-218.

67. Варламова, Н.Г. Состояние сердечно – сосудистой системы жителей Европейского Севера / Н.Г.Варламова // Известия Коми научного центра УрО РАН. - 2000. - Выпуск 16. - С. 28-42.
68. Варламова, Н.Г. Способ электрокардиографической диагностики легочного сердца / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов // Патент на изобретение № 2206263.-М., 2003.-7с.
69. Варламова, Н.Г. Срочные реакции респираторной системы человека на холодовое воздействие / Н.Г. Варламова // Высокие технологии в лечении заболеваний сердечно – сосудистой системы: материалы научно – практической конференции Северо – Западного федерального округа (Сыктывкар, 24 февраля 2012 г.). – Сыктывкар–СПб, 2012. -С.117-118.
70. Варламова, Н.Г. Функция внешнего дыхания у военнослужащих на Севере / Н.Г. Варламова, Н.А. Вахнина, В.Г.Евдокимов, Т.В.Есева, А.М. Канева, О.А. Кеткина, Т.И. Кочан, А.Ю.Логинов, Т.П.Логинова, А.Ю.Людицина, О.И.Паршукова, Н.Н.Потолицына, О.В.Рогачевская, Ю.Г. Солонин, В.Д. Шадрина // Метаболическое обеспечение годового цикла адаптивных реакций сердечно-сосудистой и дыхательной систем у военнослужащих в условиях Севера; под. ред. Е.Р. Бойко.- Сыктывкар: Изд-во УрО РАН, 2007. - С. 16-45.
71. Варламова, Н.Г. Функция внешнего дыхания у лыжников – гонщиков в годовом цикле / Н.Г. Варламова // Медико – физиологические основы спортивной деятельности на Севере: материалы II всероссийской научно-практической конференции (Сыктывкар, 24 ноября 2017 г.). -Сыктывкар, 2017.-С. 9-12.
72. Варламова, Н.Г. Функция внешнего дыхания у молодых мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов, Е.Р. Бойко, Т.И. Кочан, А.М. Канева, О.В. Рогачевская // Физиология человека.- 2008. - Т. 34, №6. -С. 85-91.

73. Варламова, Н.Г. Функция внешнего дыхания у мужчин и женщин в тепле и на холоде / Н.Г. Варламова, О.В. Рогачевская, Е.Р. Бойко // Известия Коми научного центра УрО РАН. - 2014.- № 2 (18). - С. 50-54.
74. Варламова, Н.Г. Функция респираторной системы мужчин в условиях Севера / Н.Г. Варламова // Сезонная динамика физиологических функций у человека на Севере; под ред. Е.Р. Бойко. - Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2009.- С. 36-68.
75. Варламова, Н.Г. Экологически обусловленные маркеры ЭКГ / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов, О.В. Рогачевская // Актуальные проблемы адаптации к природным и экосоциальным условиям среды: материалы симпозиума с международным участием. - Ульяновск, 2002.-С. 38-39.
76. Варламова, Н.Г. Электрокардиограмма и артериальное давление у мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова // Медико – физиологические проблемы экологии человека: материалы VII всероссийской конференции с международным участием (Ульяновск, 19-22 сентября 2017 г.). - Ульяновск, 2017.-С.50-52.
77. Варламова¹, Н.Г. Артериальное давление у мужчин и женщин Севера / Н.Г. Варламова // Известия Коми научного центра УрО РАН. - 2011. - Выпуск 4. – С. 52-55.
78. Варламова¹, Н.Г. Гипер- и гипотензивные реакции у мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова // Медико-физиологические проблемы экологии человека: материалы всероссийской конференции с международным участием. - Ульяновск, 2007.-С. 49.
79. Варламова¹, 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.
80. Варламова¹, Н.Г. Изменение функционального состояния сердечно – сосудистой системы у жителей Севера / Н.Г. Варламова // Научно –

аналитические материалы по районированию Севера России. - Сыктывкар, 2004.-С. 42-43.

- 81.Варламова¹, Н.Г. Север, как фактор риска артериальной гипертензии / Н.Г. Варламова, О.В. Рогачевская, В.Г. Евдокимов // Вестник Уральской академической науки. -2006.-№3-2(15).-С.99.
- 82.Варламова², Н.Г. Артериальное давление и частота сердечных сокращений у мужчин разного возраста в зимние месяцы / Н.Г. Варламова // Здоровье человека на Севере.-2011.-Т.4, №2.-С. 19-20.
- 83.Варламова², Н.Г. Годовой цикл артериального давления у мужчин Европейского Севера / Н.Г. Варламова // XX съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: тезисы докладов. -М., 2007.- №0190.
- 84.Варламова², Н.Г. Изменение параметров электрокардиограммы у мужчин Европейского Севера как маркер влияния климата и возраста / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов // Физиология человека. - 2002. - Т. 28, № 6. - С. 109-114.
- 85.Варламова², Н.Г. Физиологическое состояние сердечно – сосудистой системы человека в условиях Европейского Севера / Н.Г. Варламова // Российский физиологический журнал имени И.М. Сеченова.-2004.-Т.90, №8.-С. 268.
- 86.Варламова², Н.Г. Функция внешнего дыхания и психологические параметры у мужчин на Севере в годовом цикле / Н.Г. Варламова, О.А. Кеткина, В.Г. Евдокимов, Е.Р. Бойко // 13 международный конгресс по приполярной медицине; приложение к журналу «Бюллетень Сибирского отделения РАМН» за 2006 год. - Новосибирск, 2006. - Книга 2. - С. 213-214.
- 87.Варламова², Н.Г. Функция внешнего дыхания у мужчин и женщин в тепле и на холоде / Н.Г. Варламова, О.В. Рогачевская, В.Г. Евдокимов // Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера; под. ред. Е.Р. Бойко. - Сыктывкар: Изд-во УрО РАН, 2010. - С. 148-153.

- 88.Варламова², Н.Г. Электрокардиограмма и артериальное давление у жителей Воркуты / Н.Г. Варламова, В.Г. Евдокимов // Народное хозяйство Республики Коми.-2002.-№3.-С.158-163.
- 89.Варламова³, Н.Г. Функциональное состояние сердечно – сосудистой системы у жителей Европейского Севера в разные сезоны / Н.Г. Варламова // Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям Севера: тезисы докладов II симпозиума с международным участием. - Сыктывкар, 2004.-С. 14-15.
- 90.Варламова³, Н.Г. Функционирование сердечно-сосудистой системы у мужчин Севера разного возраста в самый холодный и теплый месяцы года / Н.Г. Варламова // Геронтология:от кардиологии к социально – экономическим аспектам: материалы II региональной научно-практической конференции Северо-Западного федерального округа. - Сыктывкар, 2007.-С.83-85.
- 91.Варламова⁴, Н.Г. Электрокардиограмма и гемодинамика у мужчин 60 и 65° северной широты / Н.Г. Варламова // Биологические аспекты экологии человека: материалы всероссийской конференции с международным участием. -Архангельск, 2004.-С.83-86.
- 92.Величковский, Б.Т. Причины и механизмы низкого коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере / Б.Т. Величковский // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. - 2013. - №2(90). - С. 97-101.
- 93.Величковский, Б.Т. Причины и механизмы снижения коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере / Б.Т. Величковский // Биосфера.-2009.-Т.1, №2.-С. 213-217.
- 94.Величковский, Б.Т. Причины и механизмы снижения коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере / Б.Т. Величковский // Биосфера. - 2010. - Т. 1, № 2. - С. 213-217.
- 95.Власов, Ю.А. Кровообращение и газообмен человека / Ю.А. Власов, Г.Н. Окунева. -Новосибирск: Наука, 1983.-207 с.

- 96.Воробьева, З.В. Основы патофизиологии и функциональной диагностики системы дыхания / З.В. Воробьева. - М.: ФГП «Вторая типография», 2002. - 228 с.
- 97.Выдрякова, Е.А. Показатели электрокардиографии и гемодинамики у студентов, проживающих на территории Европейского Севера по сезонам / Е.А. Выдрякова // XI Коми Республиканская студенческая конференция, посвященная общероссийским дням защиты от экологической опасности: тезисы докладов (Сыктывкар, 19-20 апреля 2001 г.). -Сыктывкар, 2001. - С.42.
- 98.Габдрахманов, Р.Ш. Взаимодействие дыхательной и сердечно-сосудистой систем на уровне структур продолговатого мозга / Р.Ш Габдрахманов, Н.А. Гордиевская, В.Ф. Молчатская // Физиол. журн. СССР. - 1993. - Т. 79, №11. - С. 44 -51.
- 99.Гарнов, И.О. Физическая работоспособность и стресс-восстановление у лыжников-гонщиков в подготовительный и соревновательный периоды / И.О. Гарнов, А.А. Чалышева, Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, Е.Р. Бойко // Вестник спортивной науки. - 2018. - № 4. - С. 70-74.
- 100.Гаршенин, В.Ф. О субъективных изменениях в организме человека в прибрежной зоне Антарктиды / В.Ф.Гаршенин, В.В. Лукачев // Акклиматизация человека в условиях полярных районов: материалы конференции. - Л., 1969. - С.124-125.
- 101.Гембицкий, Е.В. Артериальная гипотензия / Е.В. Гембицкий // Клинич. медицина.-1997.-Т.75, № 1.- С. 56-60.
- 102.Гланц, С. Медико-биологическая статистика: практика: [пер. с англ.] / С. М.Гланц. - 1999. - 459 с.
- 103.Грибанов, А.В. Кровообращение и дыхание у школьников в циркумполярных условиях / А.В. Грибанов, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, И.Н. Крайнова. – Архангельск: ИД САФУ, 2016. – 270 с.
- 104.Грибанов, А.В. Некоторые особенности гемодинамики у северян трудоспособного возраста / А.В. Грибанов, А.А. Коробицын, Н.В.

- Тимохова // Эколого – физиологические проблемы адаптации: материалы X Междунар. симпоз. – М.: 2001. - С. 138-139.
105. Григорьев, А.И. Стрессы в условиях нормального образа жизни, при гипокинезии (моделирующей эффекты невесомости) и в космических полетах / А.И. Григорьев, Б.М. Федоров // Физиология человека.-1996.-Т. 22, № 2.-С. 10-19.
106. Григорян, С.В. Суточные и сезонные ритмы возникновения пароксизмов фибрилляции предсердий / С.В. Григорян, Л.Г. Азарпетян, А.А. Степанян // Вестник РУДН; серия Медицина. - 2012. - №7. - С. 80-81.
107. Гришин, О.В. Легочная вентиляция и газообмен при дыхании воздухом разных температур / О.В. Гришин, Т.Г. Симонова // Физиология человека. - 1998.- Т. 24, №5. - С. 44-47.
108. Грушин, А.А. Скоростно-силовая подготовка в циклических видах спорта с проявлением выносливости (на примере лыжных гонок) / А.А. Грушин, С.В. Нагейкина, Е.Н. Приходько // Вестник спортивной науки. - 2018. - № 2. - С. 11-16.
109. Грушин, А.А. Функциональные показатели работоспособности и спортивный результат у элитных лыжниц-гонщиц / А.А. Грушин, А.Г. Баталов, В.Д. Сонькин // Вестник спортивной науки. - 2013. - № 3. - С. 3-9.
110. Гудков, А.Б. Влияние специфических факторов Заполярья на функциональное состояние организма человека / А.Б. Гудков, Н.Ю. Лабутин // Экология человека. - 2000. - № 2. - С. 18-20.
111. Гудков, А.Б. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере / А.Б. Гудков, О.Н. Попова. - Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012. - 252 с.
112. Гудков, А.Б. Изменения легочных объемов у жителей Крайнего Севера в периоды полярного дня и полярной ночи / А.Б. Гудков, Ю.Ф. Щербина, О.Н. Попова // Экология человека. - 2013. - № 4.-С. 3- 7.

- 113.Гудков, А.Б. Новоселы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, А.А. Небученных. - Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012.-285 с.
- 114.Гудков, А.Б. Проходимость воздухоносных путей у детей старшего школьного возраста – жителей Европейского Севера / А.Б.Гудков, О.Н. Кубушка // Физиология человека. - 2006. - Т. 32, №3. - С. 84-91.
- 115.Гудков, А.Б. Сезонные изменения параметров внешнего дыхания у лыжников массовых спортивных разрядов в условиях Европейского Севера / А.Б.Гудков, И.В. Мануйлов, В.И. Торшин, О.Н.Попова, Н.Б. Лукманова // Экология человека. - 2016. - №7. - С. 31-36.
- 116.Гудков, А.Б. Характеристика компенсаторно-приспособительных реакций дыхательной системы у военнослужащих подразделений специального назначения в динамике выполнения служебно-боевых задач /
А.Б. Гудков, Е.Б. Бескаравайный, О.Н. Попова, А.С. Сарычев // Экология человека. - 2014. - № 12. - С. 3-8.
- 117.Гудков, А.Б. Характеристика легочного газообмена у молодого пополнения ВМФ в арктической зоне / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, М.Ю. Богданов, Ф.А. Щербина // Морская медицина. - 2019. - Т. 5, № 2. - С. 71-75.
- 118.Гудков¹, А.Б. Физиологические реакции внешнего дыхания у военнослужащих в условиях Арктической зоны Российской Федерации / А.Б. Гудков, С.П. Ермолин, О.Н. Попова // Профилактическая медицина. - 2017. - №1(31). - С. 51-53.
- 119.Гудков², А.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Арктики: обзор литературы / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, А.А. Небученных, М.Ю. Богданов // Морская медицина. - 2017. - Т.3, №1. -С. 7-13.

120. Данишевский, Г.М. Акклиматизация человека на Севере / Г.М. Данишевский. - М.: Медгиз, 1955.-357 с.
121. Дворников, М.В. Методика индивидуальной оценки устойчивости спортсменов к максимальным физическим нагрузкам в условиях измененной гипоксической и гипотермической среды / М.В. Дворников, С.М. Разинкин, В.В. Петрова, П.А. Фомкин, А.П. Нетребина, А.А. Киш // Медицина труда и промышленная экология. - 2013. - № 9. - С. 37-42.
122. Дембо, А.Г. Легочные объемы / А.Г. Дембо // Физиология дыхания.- Л.: Медицина, 1973. – 296 с.
123. Деряпа, Н.П. Электрокардиографическая характеристика сердечной деятельности у полярников Антарктиды / Н.П. Деряпа, Б.Б. Венценосцев // Антарктика, доклады Комиссии: сборник трудов. - М.: «Наука». - 1976. - Выпуск 15. - С. 145-156.
124. Деряпа, Н.Р. Адаптация человека в полярных районах Земли / Н.Р. Деряпа, И.Ф. Рябинин. - Л.: Медицина, 1977.- 296с.
125. Деряпа, Н.Р. Человек в Антарктиде / Н.Р.Деряпа, А.П. Матусов, И.Ф. Рябинин. - Л.: Медицина, 1975.-184 с.
126. Джанашия, П.Х. Артериальная гипертензия / П.Х. Джанашия, Н.Г. Потешкина, Г.Б. Селиванова. - М.: Миклош, 2007. -168 с.
127. Диверт, В.Э. Индивидуально–типологическая оценка реакций кардиореспираторной системы на гипоксию и гиперкапнию у здоровых молодых мужчин / В.Э. Диверт, С.Г. Кривошеков, С.Н. Водяницкий // Физиология человека. - 2015. – Т. 41, №2. – С. 64-73.
128. Дониная, Ж.А. Межсистемные взаимоотношения дыхания и кровообращения / Ж.А. Дониная // Физиология человека. - 2011. - Т. 37, №2. - С.117-128.
129. Дощицин, В.Л. Практическая электрокардиография / В.Л. Дощицин. - М.: Медицина, 1987.-336с.

130. Драпкина, О.М. Оптимальные союзники в стратегии контроля уровня артериального давления / О.М. Драпкина, С.О. Елиашевич // Кардиология.- 2015. - №. С.106-114.
131. Евдокимов, В.Г. Диагностика «Легочного сердца» / В.Г. Евдокимов, Н.Г. Варламова // Инновационный потенциал Республики Коми.-2008.-С. 71-72.
132. 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. - 257с.
133. Евдокимов, В.Г. Состояние кардиореспираторной системы человека на Севере / В.Г.Евдокимов; Отв. ред. Е.Р. Бойко. - Екатеринбург: УрО РАН, 2009. - С. 69-98.
134. Евдокимов, В.Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на Севере: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. / В.Г. Евдокимов. – Сыктывкар, 2004.- 36 с.
135. Евдокимов, В.Г. Эколого-физиологические особенности человека на Европейском Севере / В.Г. Евдокимов, Н.Г. Варламова, О.В. Рогачевская // VIII съезд всероссийского физиологического общества им. И.П. Павлова: тезисы докладов. - Ростов - на Дону, 1998. - С. 436.
136. Есева, Т.В. Компьютерная модель представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжников-гонщиков / Т.В. Есева, Н.Г., Варламова, Т.П. Логинова, Н.Н. Потолицына, Е.Р. Бойко // Известия Коми научного центра УрО РАН. -2018. - № 4 (36). - С. 25-30.
137. Есева, Т.В. Максимальный кардиореспираторный тест у спортсменов в годовом цикле тренировочного процесса / Т.В. Есева, Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, И.О. Гарнов, Е.Р. Бойко // Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2020621681.-2020.-С.1.

- 138.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.
- 139.Захарченко, М.П. Диагностика в профилактической медицине / М.П. Захарченко, В.Г. Маймулов, А.В. Шабров. - СПб: МФИН, 1997.-516 с.
- 140.Зенченко, Т.А. Сравнение случаев индивидуальной метеочувствительности человека в экстремальных условиях зимы северных и средних широт / Т.А. Зенченко, А.М. Мёрзлый, Ю.Г. Солонин // Экология человека. - 2011. - № 1. – С. 3-13.
- 141.Зенченко, Т.А. Характеристики индивидуальных реакций сердечно-сосудистой системы здоровых людей на изменение метеорологических факторов в широком диапазоне температур / Т.А. Зенченко, А.Н. Скавуляк, Н.И. Хорсева и др. // Геофизические процессы и биосфера. - 2013. - №1. – С.22-43.
- 142.Зенченко, Т.А. Характеристики реакции показателей гемодинамики здоровых людей на изменения метеорологических и геомагнитных факторов в условиях Севера / Т.А. Зенченко, Н.Г. Варламова // Геофизические процессы и биосфера. - 2015. - Т. 14, № 2. - С. 50-66.
- 143.Зенченко, Т.А. Сравнительный анализ чувствительности различных показателей гемодинамики здоровых людей к действию атмосферных факторов в условиях средних широт / Т.А. Зенченко, А.Г. Рехтина, Н.И. Хорсева и др. // Геофизические процессы и биосфера. - 2009. – Т.8, №4. – С. 61–76.
- 144.Иржак, Л.И. Гемоглобины и их свойства / Л.И. Иржак. - М.: Наука, 1975. - 240 с.
- 145.Калюжная, Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков / Р.А. Калюжная. - М.: Медицина, 1973.-328 с.
- 146.Кандрор, В.И. Физиология кровообращения. Физиология сердца. Действие гормонов на сердце / В.И. Кандрор; под ред. Е. Б. Бабского и др. - Л.: Наука, 1980. - С. 412-424.

- 147.Кандрор, И.С. Очерки по физиологии и гигиене человека на Крайнем Севере / И.С. Кандрор. - М.: Медицина, 1968.-280 с.
- 148.Карпман, В.Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В.Л. Карпман, Б.Г. Любина // Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов. - М.: Советский спорт, 2012. - С. 85-182.
- 149.Карпман, В.Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков // Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов. - М.: Советский спорт, 2012. - С. 13-58.
- 150.Ким, Л.Б. Влияние полярного стажа на кислородтранспортную функцию крови у северян различного возраста / Л.Б. Ким // Арктика и Север. - 2014.151.
- 152.Ким, Л.Б. Состояние внешнего дыхания у жителей Крайнего Севера в зависимости от возраста и полярного стажа / Л.Б. Ким // Бюллетень СО РАМН. - 2010. - Т.30, №3. - С. 18-23.
- 153.Ким, Л.Б. Транспорт кислорода при адаптации человека к условиям Арктики и кардиореспираторной патологии / Л.Б. Ким. - Новосибирск: Наука, 2015. - 216 с.
- 154.Клемент, Р.Ф. Формулы расчета должных величин / Р.Ф. Клемент, Н.А. Зильбер // Спирограф микропроцессорный СПМ-01-«Р-Д»: руководство по эксплуатации. - М.: 2002. - С.43.
- 155.Кобалава, Ж.Д. Перспективы блокады ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и модуляции системы натрийуретических пептидов в лечении артериальной гипертензии и сердечной недостаточности / Ж.Д. Кобалава, Ю.В. Котовская, С.В. Виллевальде и др. // Кардиология. - 2015. – Т.6, №72. - С.-81.
- 156.Ковалькова, Н.А. Распространенность дисфункции внешнего дыхания у молодых людей / Н.А. Ковалькова, Н.Ю. Травникова, Ю.И. Рагино, М.И. Воевода // Терапевтический архив. - 2017. Т. 89, №3. - С.38-42.

157. Колбай, И.С. Сезонная динамика содержания тиреоидных гормонов в крови у жителей Приаралья / И.С. Колбай, Ф.Ж. Берденкулова // Известия НАН РК. Серия биологическая. - 2007. - №3. - С. 19-23.
158. Колчинская, А.З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка / А.З. Колчинская. - Киев: Наукова думка, 1973. - 320 с.
159. Копытова, Н.С. Сезонные изменения функционального состояния системы внешнего дыхания у жителей Европейского Севера России / Н.С. Копытова, А.Б. Гудков // Экология человека. - 2007. - №10. - С. 41-43.
160. Корнеева, Е.В. Влияние пищевого поведения и физической активности на развитие метаболического синдрома у молодого трудоспособного населения, длительно проживающего в условиях Крайнего Севера / Е.В. Корнеева, Н.Е. Трекина, А.А. Мамина // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2015. - Т. 14, №1. - С. 41-46.
161. Коханский, В.В. Влияние климата Забайкалья на деятельность сердечно-сосудистой системы / В.В. Коханский, Н.А. Николаева, В.Е. Руженков, Г.П. Кириченко // Проблемы биоклиматологии и климатофизиологии. - 1970. - С.121-124.
162. Кривошеков, С.Г. Индивидуальные особенности внешнего дыхания при прерывистой нормобарической гипоксии / С.Г. Кривошеков, Г.М. Диверт, В.Э. Диверт // Физиология человека. - 2006. - Т. 32, № 3. - С. 62-69.
163. Кривошеков, С.Г. Некоторые особенности процесса адаптации человека в Западной Сибири на примере изучения сердечно-сосудистой системы / С.Г. Кривошеков. // Труды СО АМН СССР. - Новосибирск, 1977. - С. 74-76.
164. Кривошеков, С.Г. Сравнительный анализ реакций газообмена и кардиореспираторной системы пловцов и лыжников на нарастающую нормобарическую гипоксию и физическую нагрузку / С.Г. Кривошеков, В.Э. Диверт, В.Н. Мельников, С.Н. Водяницкий, Л.А. Гиренко // Физиология человека. - 2013. - Т. 39, №1. - С. 117-125.

- 165.Кривошеков, С.Г. Хеморефлекторные механизмы адаптивного реагирования на действие экстремальных факторов / С.Г. Кривошеков, Н.В. Балиоз // Бюллетень сибирской медицины. - 2014. - Т. 13, № 6. - С. 146-154.
- 166.Кузнецова, Т.Д. Возрастные особенности дыхания у детей и подростков / Т.Д. Кузнецова. - М.: Медицина, 1986. - 128 с.
- 167.Кузнецова, Т.Д. Кислородный режим при адаптации человека на Крайнем Севере / В.Ю. Куликов, Л.Б. Ким. - Новосибирск: Наука, 1987.- 159 с.
- 168.Куликов, В.Ю. Кислородный режим при адаптации человека на Крайнем Севере / В.Ю. Куликов, Л.Б. Ким // Новосибирск, 1987. - 160с.
- 169.Кылов, А.А. Динамика показателей ударного объема крови в годичном цикле подготовки у лыжников-гонщиков / А.А. Кылов, А.В. Лысенко // Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков: сборник статей II всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам (Смоленск, 12-15 мая 2013 г.). - Смоленск, 2013. - С. 141-144.
- 170.Лабути, Н.Ю. Особенности функционирования кардиореспираторной системы при мышечной нагрузке в условиях Заполярья / Н.Ю. Лабути, А.Б. Гудков // Физическое воспитание и спортивная медицина на Севере: тезисы докладов XI научной - методической конференции. - Архангельск, 1995. - С.59-60.
- 171.Лабути, Н.Ю. Сравнительная характеристика гемодинамики и энергетики при физической нагрузке у рабочих деревообрабатывающего производства в различных климатогеографических зонах / Н.Ю. Лабути // Физиология деятельности человека на Севере: тр. Коми НЦ УрО РАН СССР. - 1991. - № 117. - С.61-68.
- 172.Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. - М.: Высшая школа, 1980. - 293 с.

- 173.Ландырь, А.П. Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов / А.П. Ландырь, Е.Е. Ачкасов, О.Б. Добровольский, С.Д. Руненко, О.А. Султанова // Спортивная медицина: наука и практика. - 2013. - №1. - С. 40-45.
- 174.Лауэр, Н.В. Дыхание и возраст / Н.В. Лауэр, А.З. Колчинская // Возрастная физиология. – Л.: Наука, 1975. - С. 157-220.
- 175.Леханова, Е.Н. Эколого – физиологические особенности адаптивных реакций организма пришлого населения Ямало – Ненецкого автономного округа: автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.00.33 / Леханова Елена Николаевна. - М.: 2001. - 19 с.
- 176.Липовецкий, Б.М. Возраст и функция сердечно-сосудистой системы человека / Б.М. Липовецкий, С.И. Плавинская, Г.Н.Ильина. - Л.: Наука, 1988. - 91 с.
- 177.Лисенко, О. Особливості структури дихальної реакції кваліфікованих спортсменів за умов фізичних навантажень різного характеру / О. Лисенко // Бюлогія. - 2012. - №60.- С. 49-52.
- 178.Логинова, Т.П. Динамика функциональных показателей, характеризующих порога анаэробного обмена, в велоэргометрическом тесте «до отказа» у мужчин лыжников / Т.П. Логинова, Н.Н. Потолицына, И.О. Гарнов, А.В. Нутрихин, А.И. Ветров, Е.Р. Бойко // Лечебная физкультура и спортивная медицина. - 2016. - №6 (138). - С. 4-8.
- 179.Маженов, С.Т. Характеристика функциональных показателей лыжников-гонщиков высокой квалификации / С.Т. Маженев, Р.А. Бекембетова, Т.А. Макогонова, М.С. Степанов, Р.Ж. Нарибай // Теория и методика физической культуры. - 2017. - 1 (47). - 20-23.
- 180.Максимов А.Л. Современные проблемы адаптационных процессов и экологии человека в приполярных и арктических регионах России: концептуальные подходы к решению / А.Л. Максимов // Ульяновский медико– биологический журнал.-2015.-№1.-С. 131-143.

- 181.Максимов А.Л. Состояние функции внешнего дыхания у мужчин призывного возраста – постоянных жителей г. Анадыря и г. Магадана / А. Л. Максимов, С.И. Вдовенко // Бюллетень физиологии и патологии дыхания.-2016.- Выпуск 60.-С. 39-44
- 182.Максимов, А.Л. Концептуальные и методические подходы к комплексному районированию территорий с экстремальными условиями проживания / А. Л. Максимов. – Магадан: Междунар. науч.-исслед. центр "Арктика", 2006. – 53 с.
- 183.Матошин, В.М. Сезонные изменения некоторых показателей здоровья трудящихся города Читы / В.М. Матошин // Акклиматизация и краевая патология человека на Севере. - Архангельск, 1970. - С.109-112.
- 184.Матюхин, В.А. Сезонные изменения кровяного давления у здоровых лиц, прибывающих на Дальний Восток из других районов страны / В.А. Матюхин // Проблемы биоклиматологии и климатофизиологии. – Новосибирск: Наука, 1970. - С.257-260.
- 185.Меерсон, Ф.З. Развитие современных представлений о механизме гипертрофии сердца / Ф.З. Меерсон // Кардиология.-1972.-Т.12, № 4.-С. 5-12.
- 186.Мешков, А.Н. Гиполипидемическая эффективность розувастатина в сравнении с другими статинами / А.Н. Мешков // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. - 2012. - Т. 8, № 5. - С. 691-693.
- 187.Милованов, А.П. Морфо - функциональные критерии фаз адаптации легких человека на Крайнем Севере / А.П. Милованов // Адаптация человека в различных климато - географических и производственных условиях: тезисы докладов всесоюзной научной конференции. - Новосибирск, 1981.- С.64-65.
- 188.Милованов, А.П. Физиологическая оценка адаптации легких к экстремальным факторам Крайнего Севера / А.П. Милованов // Физиология человека.-1977.-Т. 3, № 6.-С. 1023-1035.

- 189.Миррахимов, М.М. Клинико-инструментальная характеристика первичной высокогорной легочной гипертензии / М.М. Миррахимов, Р.И. Руденко, Т.М. Мураталиев, Р.О. Хамзамулин // Кардиология.-1976.-Т.16, № 10.-С.56-61.
- 190.Миррахимов, М.М. Экологическая кардиология человека / М.М. Миррахимов // Кардиология.-1979.- Т. 19, № 8.-С. 44-48.
- 191.Мойкин, Ю.В. Исследование внешнего дыхания / Ю.В.Мойкин // Методики исследований в физиологии труда. - М.: Медицина, 1974. - С. 245-278.
- 192.Морган-мл., Д.Э. Клиническая анестезиология / Д.Э. Морган-мл., М.С. Михаил. М. - СПб.: Невский Диалект, 2001. - 1066 с.
- 193.Мочалова, М.И. О параметрах гемодинамики в процессе акклиматизации человека на Крайнем Севере / М.И. Мочалова // Акклиматизация и краевая патология человека на Севере. – Архангельск: 1970.-215 с.
- 194.Нагибович, О.А. Механизмы гипоксии в арктической зоне Российской Федерации / О.А. Нагибович, Д.М. Уховский, А.Н. Жекалов, Н.А.Ткачук, Л.Г. Аржавкина, Е.Г. Богданова, Е.В. Мурзина, Т.М. Беликова // Вестник Российской военно-медицинской академии. - 2016. - № 2 (54). - С. 202-205.
- 195.Нестерова, Е.В. Возрастные изменения содержания катехоламинов и показателей углеводного обмена у жителей севера России / Е.В. Нестерова, Б.А. Шенгоф, А.А. Бичкаев // Журнал медико-биологических исследований. - 2018. - Т. 6, № 1. - С. 25-34.
- 196.Никитин, Ю.П. Особенности артериальной гипертензии у пришлого населения Чукотки / Ю.П. Никитин, Г.Г. Казакова, В.П. Зыкова, И.В. Виноградова // Кардиология.-1991.-Т. 31, № 9.-С. 68-71.
- 197.Никитина, Л.Ю. Модификация респираторного метаболизма оксида азота у лыжников и биатлонистов с бронхоспазмом, вызванным

- физической нагрузкой / Л.Ю. Никитина, С.К. Соодаева, Ф.И. Петровский // Фундаментальные исследования. – 2015- №1. - С. 798-804.
- 198.Новиков, В.С. Иммунофизиологические механизмы адаптации к экстремальным воздействиям / В.С. Новиков // Физиол. человека.-1996.-Т. 22, № 2.-С. 25-34.
- 199.Норейко, С.Б. Состояние функции внешнего дыхания здоровых людей молодого возраста / С.Б. Норейко // Физическое воспитание студентов. - 2012. - №1. - С. 84-86.
- 200.Оганов, Р.Г. Стратегии профилактики сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации / Р.Г.Оганов, Г.Я. Масленникова // Клиническая медицина. - 2012. - №3. - С. 4-7.
- 201.Оганов, Р.Г. Экономический ущерб от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации / Р.Г. Оганов, А.В, Концевая, А.М. Калинина // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. - 2011. - Т.10, №4. - С. 4-9.
- 202.Ожередов, В.А. Влияние отдельных погодных факторов и геомагнитной активности на развитие острых кардиологических патологий / В.А.Ожередов, Т.К. Бреус, Ю.И. Гурфинкель и др. // Биофизика. - 2010. – Т.55, №1.- С.133-144.
- 203.Окороков, А.Н. Диагностика болезней внутренних органов / А.Н. Окороков. - М.: Медицинская литература, 2003. - Т.3. - 464 с.
- 204.Орлов, В.Н. Руководство по электрокардиографии / В.Н. Орлов. - М.: Медицина, 1984.-528с.
- 205.Палеев, Н.Р. Влияние климата центральной Арктики и Антарктиды на организм человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.05 / Палеев Николай Романович. - М., 1961.-12 с.
- 206.Пинигина, И.А. Структурно-функциональные изменения сердечно-сосудистой системы при высокой спортивной активности у коренных жителей Якутии / И.А. Пинигина, Н.В. Махарова, С.Г. Кривошеков // Физиология человека. - 2010. - Т. 36, № 2. С. 130-137.

- 207.Подзолков, В.И. Артериальная гипертензия / В.И. Подзолков. - М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2016. - 424 с.
- 208.Поликарпочкин, А.Н. Медико–биологический контроль функционального состояния и работоспособности пловцов в тренировочном и соревновательном процессах: методические рекомендации / А.Н. Поликарпочкин, И.В. Левшин, Ю.А. Поварещенкова, Н.В. Поликарпочкина. - М.: Советский спорт, 2014. - 128 с.
- 209.Попов, Д.В. Аэробная работоспособность: роль доставки кислорода, его утилизации и активации гликолиза / Д.В. Попов, О.Л. Виноградова // Успехи физиологических наук. - 2012. - Т. 43, № 1. - С. 30-47.
- 210.Попов, Д.В. Факторы, ограничивающие аэробную работоспособность на уровне отдельной мышцы у людей с различным уровнем тренированности: автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.13 / Попов Даниил Викторович.- М., 2007. - 25 с.
- 211.Попов, Д.В. Физиологические основы оценки аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне / Д.В. Попов, А.А. Грушин, О.Л. Виноградова. – М.: Советский спорт, 2014. - 78 с.
- 212.Попов, Д.В. Финальная концентрация лактата в крови в тесте с возрастающей нагрузкой и аэробная работоспособность / Д.В. Попов, С.С. Миссина, Ю.С. Лемешева, Е.В. Любаева, А.С. Боровик, О.Л. Виноградова // Физиология человека.- 2010. - Т. 36, № 3. - С. 102-109.
- 213.Попова, О.Н. Влияние локального охлаждения кожи на некоторые показатели внешнего дыхания человека / О.Н. Попова // Экология человека. - 2007. - №2. - С. 19-21.
- 214.Попова, О.Н. Компенсаторно-приспособительная перестройка системы внешнего дыхания у жителей Крайнего Севера / О.Н. Попова, Н.А. Глебова, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2008- №10. - С. 31-33.

- 215.Пучинский, Г.В. Особенности порога анаэробного обмена и максимального потребления кислорода у спортсменов в плавании и лыжном спорте / Г.В. Пучинский, А.Е. Чиков // Физическая культура и спорт в современном мире: проблемы и решения. - 2014. - № 1. - С. 115-118.
- 216.Радыш, И.В. Сезонная динамика показателей гормонального и углеводного обмена у мужчин в различные фазы менструального цикла / И.В. Радыш, Т.В. Коротеева, В.И. Торшин и др. // Экология человека. - 2010. - №12. – С. 23-26.
- 217.Рапопорт, Ж.Ж. Адаптация ребенка на Севере / Ж.Ж. Рапопорт. - Л.: Медицина, 1979.-192 с.
- 218.Рогачевская, О.В. Функциональное состояние кардиореспираторной системы у школьников на Севере / Рогачевская О.В., Евдокимов В.Г. // Научные доклады Коми научного центра УрО РАН.- Сыктывкар, 1997.- Вып. 386. 24 с.
- 219.Рогачевская, О.В. Функция внешнего дыхания у мужчин и женщин на Европейском Севере / О.В. Рогачевская, Н.Г. Варламова // Вестник Коми государственного педагогического института. -2008.-Выпуск 6.-С. 186-191.
- 220.Рощевский, М.П. Региональные и сезонные особенности функционирования кардиореспираторной системы жителей Севера / М.П. Рощевский, В.Г. Евдокимов, Н.Г. Варламова, А.С. Овсов // Физиология человека.-1994.-Т.20, № 6.-С.75-81.
- 221.Рощевский, М.П. Сезонные и социальные влияния на кардиореспираторную систему жителей Севера / М.П. Рощевский, В.Г. Евдокимов, Н.Г. Варламова, О.В. Рогачевская // Физиология человека.- 1995.-Т. 21, № 6.-С.55-69.
- 222.Рубин, В.Ф. Изменение электрокардиографических показателей при различных способах глубокого однократного переохлаждения организма в эксперименте / В.Ф. Рубин // Адаптации в экстремальных условиях:

- тезисы докладов VI всероссийской конференции по экологической физиологии. - Сыктывкар, 1982. - Т. 4. - С. 80.
- 223.Рукавишникова, С.А. Перекисное окисление и уровень атерогенности липидов у лиц пожилого возраста / С.А. Рукавишникова, Т.А. Ахмедов, А.В. Арутюнян, Г.А. Рыжак // Успехи геронтологии. -2012.-Т.25, №3.-С. 490-492.
- 224.Рынская, Л.М. Физиологические константы организма человека / Л.М. Рынская; под ред. И.А. Кассирского // Справочник по функциональной диагностике. - М.: Медицина, 1970. - С. 735-747.
- 225.Савина, Л.В. Влияние геомагнитной активности на некоторые показатели электростаза здоровых лиц / Л.В. Савина, Е.В. Рыболовлев, Р.А. Зевакина // Бюл. СО АМН СССР.- 1983.-№ 4.-С.78-82.
- 226.Самойлов, В.О. Повышение устойчивости военнослужащих к действию экстремальных факторов внешней среды с помощью нормобарической гипоксической смеси / В.О. Самойлов, А.Л. Максимов, Н.Н. Тимофеев, Н.С. Борисенко, В.Н. Голубев, Ю.Н.Королев // Военно – медицинский журнал.-2018.-№3.-С. 49-54.
- 227.Светличная, Т.Г. Образ жизни и здоровье ненцев в условиях постоянного островного проживания в Арктике / Т.Г. Светличная, Н.А. Воробьева // Экология человека.-2019.-№12.-С.20-25.
- 228.Семизоров, Е.А. Жизненная и должная жизненная емкость легких у студентов юношеского возраста, обучающихся в профильных ВУЗах Тюмени / Е.А. Семизоров, Н.Я. Прокопьев, Д.Г. Губин, С.В. Соловьева // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная реакция. -2020.-Т. 5, №2.-С. 135-141.
- 229.Семизоров, Е.А. Жизненная и должная жизненная ёмкость лёгких у студентов юношеского возраста, обучающихся в профильных вузах Тюмени / Е.А. Семизоров, Н.Я. Прокопьев, Д.Г. Губин, С.В.Соловьева // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. - 2020. - Т. 5, № 2. - С. 135-141.

230. Сидорова, Л.Д. Клинико–иммунологические особенности бронхиальной астмы у больных с заболеваниями щитовидной железы / Л.Д. Сидорова, Н.В. Попова, Л.М. Куделя, И.А. Бондарь, О.В. Королева // Бюллетень СО РАМН. – 2011.-Т.31, № 1.-С. 102-105.
231. Сиротин, А.Б. Влияние двигательной активности на старение мужчин зрелого возраста / А.Б. Сиротин, Л.М. Белозерова, Г.М. Щепина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. - 2009. - № 6 (66). - С. 21-24
232. Скибицкий, В.В. Эффективность комбинированной антигипертензивной терапии у мужчин с гипотиреозом и метаболическим синдромом / В.В. Скибицкий, А.В. Фендрикова, Н.Е. Пыхалова, Д.В. Сиротенко // Кардиология. - 2016. - Т. 56, № 9. - С. 32-39.
233. Смолина, В.С. Особенности функционального состояния системы внешнего дыхания у детей 7-14 лет г. Архангельска / В.С. Смолина, О.А. Анциферова, А.Б. Гудков, А.В. Смолин // Бюл. Сибирской медицины: тезисы докладов 5-го Сибирского физиологического съезда. -Томск, 2005.-Т. 4, приложение 1.-С. 47.
234. Совершаева, С.Л. Гемодинамика у здоровых жителей Европейского Заполярья в различные периоды адаптации / С.Л. Совершаева // Региональные особенности здоровья жителей Заполярья. – Новосибирск: Изд. СО РАМН, 1983. - С.31-33.
235. Совершаева, С.Л. Эколого-физиологическое обоснование механизмов формирования донозологических состояний у жителей Европейского Севера России: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 05.26.02 / Совершаева Светлана Леонидовна. - Архангельск, 1996.-37 с.
236. Солонин, Ю.Г. Влияние широтного фактора на организм лыжников Республики Коми / Ю.Г. Солонин, Т.П. Логинова, А.А. Черных, И.О. Гарнов, А.Л. Марков, О.И. Паршукова, В.И. Прошева, Н.Н. Потолицына, Е.Р. Бойко // Известия Коми научного центра УрО РАН. - 2018. - № 4 (36). - С. 19-24.

- 237.Солонин, Ю.Г. Влияние широты проживания в условиях Севера на организм подростков / Ю.Г. Солонин, Е.Р. Бойко, Н.Г. Варламова, Т.В. Есева, А.М. Канева, Т.П. Логинова, А.Л. Марков, О.И. Паршукова, Н.Н. Потолицына, В.Д. Шадрин // Физиология человека. - 2012. - Т. 38, №2. - С. 107-112.
- 238.Солонин, Ю.Г. Влияние экологических факторов на организм проживающих в условиях Севера женщин в возрасте 14-15 лет / Ю.Г. Солонин, Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, А.Л. Марков // Вестник Тверского Государственного Университета. Серия биология и экология. - 2010. - №27. - С. 15-23.
- 239.Солонин, Ю.Г. Гемодинамика, выносливость и психомоторика у жителей разных широт в контрастные периоды года / Ю.Г. Солонин // Физиология человека. - 1996. - Т. 22, № 3. - С. 113- 117.
- 240.Солонин, Ю.Г. Годовая динамика функциональных показателей у жителей Севера / Ю.Г. Солонин, А.Л. Марков, Е.Р. Бойко // Вестник Тверского Государственного Университета. Серия биология и экология.- 2015. - №3. - С. 27-39.
- 241.Солонин, Ю.Г. Кардиореспираторная система у буровиков, работающих на Европейском Севере / Ю.Г. Солонин, Н.Г. Варламова // Физиология человека. -1991.-Т. 17, № 4.-С. 109-116.
- 242.Солонин, Ю.Г. Сезонные изменения физиологических функций у жителей Севера / Ю.Г. Солонин // Физиология человека. -1995.-Т.21, № 6.-С.70-75.
- 243.Солонин, Ю.Г. Широтные особенности физиологических функций у жителей Севера / Ю.Г. Солонин // Физиология человека. - 1994. – Т. 20, № 6. - С. 137 - 143.
- 244.Спирограф микропроцессорный СПМ-01-«Р-Д»: руководство по эксплуатации. МТЦ.70.00.100 РЭ. – СПб: 2002. - 51 с.

245. Старшов, А.М. Спирография для профессионалов: методика и техника исследования функций внешнего дыхания / А.М. Старшов, И.В. Смирнов. - М.: Познавательная книга ПРЕСС, 2003. - 80 с.
246. Суханов, С.Г. Биоклибернетическая оценка сезонных изменений эндокринных функций у жителей Европейского Севера / С.Г. Суханов, А.В. Ткачев, А.Н. Золкина // Острый и хронический стресс. – Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1986.-С.64-68.
247. Тарасова, О.В. Фенотипическая изменчивость процессов деполяризации и реполяризации миокарда / О.В. Тарасова, А.В. Грибанов // Физическое воспитание и спортивная медицина на Севере: тез. докл. 11 науч. - метод. конф. - Архангельск, 1995.-С. 94-95.
248. Тарасова, О.В. Формирование зубца и электрокардиограммы с позиций генетического анализа / О.В. Тарасова, А.В.Грибанов // Диагностика и лечение. - 1995. -Т. I, № 1-2. - С. 6-11.
249. Тимофеев, Д.С. Некоторые функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у жителей Якутии / Д.С. Тимофеев, Н.Р. Деряпа, А.В. Матасова // Биологические проблемы Севера. Адаптация человека к условиям Севера: тезисы докладов - Кировск, 1979. - С.49-51.
250. Тихомиров, И.И. Биоклиматология Центральной Антарктиды и акклиматизация человека / И.И. Тихомиров. - М.: Наука, 1968.-199 с.
251. Ткачев, А.В. Сезонные вариации содержания в крови гормонов и метаболитов липидного обмена у жителей Европейского Севера СССР / А.В. Ткачев, Р.И. Данилова, С.Г. Суханов // Биологические проблемы Севера: тезисы докладов XI всесоюзного симпозиума. – Якутск: 1986. - С.56-57.
252. Тулекеев, Т.М. Адаптация малого круга кровообращения к условиям Крайнего Северо - Востока РФ / Т.М. Тулекеев, А.А. Ашырбаев, А.М. Маметов, Т.К. Кадыралиев, Р.Э. Абирова // Адаптация организма к природным и экосоциальным условиям среды: тезисы докладов конференции. – Бишкек: 1998. - Ч. 1.- С. 146-148.

253. Турчинский, В.И. Кардиологические аспекты адаптации аборигенов Таймыра / В.И. Турчинский // Кардиология.-1978.-Т.18, № 1.-С.130-134.
254. Ульмер, Г. Энергетический баланс / Г. Ульмер // Физиология человека: [пер. с англ.]- М.: Мир. 1986. - С. 5-17.
255. Уэст, Дж. Физиология дыхания: [пер. с англ.] / Дж. Уэст. - М.: Мир, 1988. - 200 с.
256. Фролов, В.А. Биологические ритмы, экология и стресс / В.А. Фролов, С.М. Чибисов, Ф. Халберг // Вестник РУДН. Серия Медицина. - 2008. - № 4. – С. 46-55.
257. Халберг, Ф. Успехи хрономики в 2006-2008 гг. Часть 1. Согласованность ритмов биосферных и гелиогеофизических процессов / Ф. Халберг, Г. Корнелиссен, Л. Бити и др. // Геофизические процессы и биосфера. - 2009.- Т.8, №2.-С.43-74.
258. Хаснулин, В.И. Показатели смертности от болезней органов кровообращения в зависимости от среднегодовой температуры и географической широты проживания в РФ / В.И. Хаснулин, В.В. Гафаров, М.И. Воевода, М.В. Артамонова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2015. - №6. - С. 255-259.
259. Хаснулин, В.И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на Севере, подходы к профилактике и лечению / В.И. Хаснулин, А.В. Хаснулина, И.И. Чечеткина // Экология человека. - 2009.- №6. - С. 26-30.
260. Хитров, Н.К. Адаптация сердца к гипоксии / Н.К. Хитров, В.С. Пауков // Адаптация сердца к гипоксии. – М.: Медицина, 1991. – 240 с.
261. Цирельников, Н.И. Тканевая гипоксия, как основной патогенетический синдром высоких широт / Н.И. Цирельников // Бюлл. СО РАМН.- 1997.- №1.-С. 11-14.
262. Чазов, Е.И. Влияние аномального повышения температуры воздуха на смертность населения / Е.И. Чазов, С.А. Бойцов // Терапевтический архив.- 2012. - №1. –С. 29-36.

263. Чазов, Е.И. Нарушения рецепции гормонов и внутриклеточной сигнализации при гипертонии / Е.И. Чазов, М.Ю. Меньшиков, В.А. Ткачук // Успехи физиологических наук.-2000.-Т.31, № 1.-С. 3 - 17.
264. Чашин, В.П. Характеристика основных факторов риска здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В.П. Чашин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Ю.О. Одланд, А.А. Ковшов // Экология человека. - 2014. - №1. - С. 3-12.
265. Черняев, А.Л. Сравнительный анализ органомерических показателей массы сердца при адаптации к условиям Европейского Севера и Северо - Востока СССР / А.Л. Черняев // Эколого-физиологические проблемы адаптации. - М.: 1988. - С.250.
266. Чучалин, А.Г. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии / А.Г. Чучалин, З.Р. Айсанов, С.Ю. Чикина, А.В.Черняк, Е.Н. Калманова // Пульмонология.- 2014. - № 6. - С. 11-24.
267. Шаренкова, Л.А. Динамика ЭКГ –показателей у студентов первого курса Технического университета в течение года / Л.А. Шаренкова, А.Б. Гудков, А.М. Голубева // Экология человека.-2000.- № 3.-С. 31-32.
268. Швеллнус, М. Олимпийское руководство по спортивной медицине / М. Швеллнус. - М.: Практика, 2011. - 672 с.
269. Шевченко, Ю.С. Адаптационные изменения кардио - респираторной системы полярников в условиях годичной деятельности Антарктических экспедиций / Ю.С. Шевченко, М.П. Мошкин, А.Ф. Саенко // Актуальные вопросы адаптации человека в условиях Крайнего Севера и Антарктиды. – Новосибирск: Академия медицинских наук СССР, 1976. - С.57-65.
270. Шишкин, Г.С. Дыхание в условиях низких температур / Г.С. Шишкин, Н.В., Устюжанинова // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 2013. - Вып. 50. - С. 9-15.
271. Шишкин, Г.С. Изменения функциональной организации системы внешнего дыхания у жителей Западной Сибири в зимнее время года / Г.С.

- Шишкин, Н.В. Устюжанинова, В.В. Гульяева // Физиология человека. - 2014.- Т. 40, № 1. - С. 106 – 112.
- 272.Шишкин, Г.С. Изменения функциональной организации системы внешнего дыхания у жителей Западной Сибири в зимнее время / Г.С. Шишкин, Н.В. Устюжанинова // Физиология человека. - 2014. - Т.40, № 1. - С. 106-112.
- 273.Шишкин, Г.С. Функциональная вариабельность показателей вентиляции и газообмена у здоровых молодых мужчин в Западной Сибири / Г.С. Шишкин, Н.В. Устюжанинова // Физиология человека. - 2006. - Т. 32, № 3. - С. 79-83.
- 274.Шорин, Ю.П. Возможные механизмы активации симпато - адреналовой системы в Заполярье / Ю.П. Шорин, О.В. Папафилова, В.Г. Селятицкая, Л.А. Герлинская // Биологические проблемы Севера. Адаптация человека к условиям Севера: тезисы докладов конференции. - Кировск: 1979. - С.81-82.
- 275.Шулутко, Б.И. Артериальная гипертензия / Б.И. Шулутко. - СПб.: РЕНКОР, 2001. - 382 с.
- 276.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 // Медико – биологические проблемы. - 2005. - Вып. 2. №28. - С. 115-120.
- 277.Яковлев, В.А. Современные методы диагностики и лечения легочного сердца / В.А. Яковлев, Ю.Н. Шишмарев, И.Г. Куренкова. - М.: НПО Союзмединформ, 1990.- 68 с.
- 278.Янушкевичус, З.И. Дополнительно усиленная электрокардиограмма / З.И. Янушкевичус, Л.В. Чирейкин, А.А. Пранявичус. - Л.: Медицина, 1990. – 192 с.
- 279.Alpérovitch, A.I. Relationship between blood pressure and outdoor temperature in a large sample of elderly individuals: the Three-City study / A.I.

- Alpérovitch, J.M. Lacombe, O. Hanon et al. // Arch Intern Med. – 2009.- Vol.169, N1.-P.75-80.
- 280.Analitis, A. Effects of cold weather on mortality: results from 15 European cities within the PHEWE project / A. Analitis, K. Katsouyanni, A. Biggeri, M. Baccini, B. Forsberg, L. Bisanti, U. Kirchmayer, F. Ballester, E. Cadum, P.G. Goodman, A. Hojs, J. Sunyer, P. Tiittanen, P. Michelozzi // Am J Epidemiol.- 2008. – Vol. 168, N12. – P. 1397-1408.
- 281.Anisimov, V.N. Melatonin as antioxidant, geroprotector and anticarcinogen / V.N Anisimov, I.G. Popovich, M.A. Zabezhinsk. et al. // Biochim. Biophys. Acta. - 2006. - N 1757.-P. 573-589.
- 282.Bandopadhyay, P.I. Respiratory changes due to extreme cold in the Arctic environment / P.I. Bandopadhyay, W. Selvamurthy // Int. J. Biometeorol.- 1993. - Vol. 37, N 1. - P. 32-35.
- 283.Barman, S.A. Potassium channels modulate hypoxic pulmonary vasoconstriction / S.A. Barman // Amer. J. Physiol. – 1998. – Vol. 275, № 1. – P. 64-70.
- 284.Berne, R.M. Физиология сердечно-сосудистой системы / R.M. Berne, M.N. Levy // Фундаментальная и клиническая физиология; под ред. А.Г. Камкина, А.А. Каменского. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - С. 516-738.
- 285.Billat, V. L'hypoxemie n'est pas un facteur de regulation de la ventilation au cours d'un exercice de temps limite a VO2max / V. Billat, V. Attali, F. Valakou // Arch. Physiol. Biochem. - 1995. - Vol. 103, N5. - P. 92-99.
- 286.Boineau, J.P. Electrocardiology: A 30-year perspective, Ah serendipity, my fulsome friend / J.P. Boinéau // Electrocardiology. - 1988. – N 21. - P. 1-9.
- 287.Bojko, E.R. The pituitary-thyroid axis and oxygen consumption parameters under the conditions of chronic cold exposure in the North / E.R. Bojko, V.G. Evdokimov, N.N. Potolitsyna, A.M. Kaneva, N.G. Varlamova, T.I. Kochan, N.A. Vakhnina, V.D. Shadrina, Yu.G. Solonin, T.P. Loginova, T.V. Eseva,

- O.A. Ketkina, O.V. Rogachevskaya, A.Yu. Lyudinina, A.Yu. Loginov // Human Physiology.-2008.-Vol.34, N 2.-P. 215-220.
- 288.Borresen, J. The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance / J.Borresen, M. Lambert // Sports medicine. - 2009. - Vol. 39, N. 9. - P. 779-795.
- 289.Boulay, F. Seasonal variation in chronic heart failure hospitalizations and mortality in France / F. Boulay, F. Berthier, O. Sisteron, Y. Gendreike, P. Gibelin // Circulation. - 1999. Vol.100, N 3. P. 280-286.
- 290.Brennan, P.J. Seasonal variation in arterial blood pressure / P.J. Brennan, G. Greenberg, W.E. Miall et al. // Br. Med. J. - 1982. - N 285. - P. 919-923.
- 291.Breslav, I.S. Ventilatory response kinetics and breathing pattern during exercise at different chemoreceptive drive / I.S. Breslav, G.G Isaew // Int. J. Sports Med. - 1989.- Vol.10, N4. - P.252-258.
- 292.Butson, A.R. Acclimatisation to cold in the Antarctic / A.R. Butson // Nature.-1949.-Vol. 163.-P. 132-133.
- 293.Carlsen, K.H. Exercise-induced asthma, respiratory and allergic disorders in elite athletes: epidemiology, mechanisms and diagnosis: Part 1 of the report from the Join: Task Force of the European Respiratory Society (ERS) and the European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) in cooperation with GA2LEN / K.H. Carlsen, S.D. Anderson, S. Bonini, V. Brusasco, W. J. Cahonica Cummiskey, L. Delgado, S.R .Del Giacco, F. T. Drobic Haahtela, K. P. Larss Palange, T. Popov, P. Van Cauwenberge // European Journal of Allergy and Clinical Immunology. - 2008. – N 63. P. 378-403.
- 294.Castro, M. Seasonal variation of blood pressure in maintenance hemodialysis / M. Castro, D. Mion, M. Marcondes et al. // San Paulo Med. J. – 199. Vol. 116, N4. P. 1774-1777.
- 295.Comprehensive Electrocardiology. Theory and Practice in Health and Disease / Eds. Macfarlane P.W., Lawrie T.D. Oxford, Beijing, Frankfurt, San Paulo, Sydney, Tokyo, Toronto: Pergamon Press, 1989.-Vol. 3.-P. 1441.

296. Corretti, M.C. The effects of age and gender on brachial artery endothelium - dependent vasoactivity are stimulus – dependent / M.C. Corretti, G.D Plotnick, R.A. Vogel // Clin. Cardiol. - 1995. - Vol.18, № 8. - P.471-476.
297. Crischley, M. Effect of climatic extremes / M. Crischley // Brit. J. Industr. Med.-1947.-Vol. 4, № 3.-P.164-190.
298. Dechant, J.J. “Month of birth effect” does not alter longitudinal growth in an experimental animal model / J.J. Dechant, M.P. Mooney, A.M. Burrows et al. // Am. J. Hum. Biol. - 1997. Vol., N4. P. 481-486.
299. Dempsey, J.A. Exercise-induced arterial hypoxemia / J.A. Dempsey, P.D. Wagner // J. Appl. Physiol. - 1999. - N 87. - P. 1997-2006.
300. Dernovoy, B.F. Functional response of the cardiovascular system of northerners to cold test in temperature contrast year seasons / B.F. Dernovoy // Human Ecology. - 2016. - Vol. 10.- P. 31-36.
301. Fares, A. Winter Cardiovascular Diseases Phenomenon / A. Fares // North American Journal of Medical Sciences. - 2013. Vol. 5, N4. - P. 266-279.
302. Frolov, V.A. Ecological stress and biological rhythms (on Materials of the International Congress "The health and education in XXI century". Conceptions of civilization diseases. PFUR, 2007) / V.A. Frolov, S.I. Rapoport, S.M. Chibisov. et al. // Klin. Med. (Mosk.). -2008.-N 86.-P. 73-74.
303. Fu, X.W. NADPH oxidase is an O₂ sensor in airway chemo receptors: Evidence from K⁺ current modulation in wild-type and oxidase - deficient mice / X.W. Fu, D. Wang, C.A. Nurse et al. // Proc Natl Acad Sci U S A. - 2000. – Vol. 97, N8. - P. 4374–4379.
304. Fujiwara, T. Seasonal differences in diurnal blood pressure of hypertensive patients living in a stable environmental temperature / T. Fujiwara, M. Kawamuta, J. Nakajima et al // J. Hypertens. – 1995.-N13.-P.1747-1752.
305. Fukai, T. Superoxide Dismutases: Role in Redox Signaling, Vascular Function, and Diseases / T. Fukai, M. Ushio-Fukai // Antioxid. Redox Signal. - 2011. Vol. 15, N6. – P.1583–1606.

- 306.Gapon, L.I. Circadian rhythms and seasonally dependent variability of arterial pressure in patients with arterial hypertension in the Khanty-Mansiysky region / L.I. Gapon, N.P. Shurkevich, I.M. Mikhailova et al. // Klin. Med.-2004.-Vol.82, N4. – P. 22-25.
- 307.Giesbrecht, G.G. The respiratory system in a cold environment / G.G. Giesbrecht // Aviat Space Environ Med. - 1995. - Vol. 66, N9. - P. 890-902.
- 308.Gluszak, A. Episodes of atrial fibrillation and meteorological conditions / A. Gluszak, S. Kocon, E. Szaniawska, K. Zuk, P. Aljabali, A. Gluza // Kardiologia Pol. - 2008. – Vol. 66, N9.-P. 958-963.
- 309.Gluszak, A. May sunshine protect women against paroxysms of atrial fibrillation / A. Gluszak, S. Koson, E. Szaniawska, K. Zuk, P. Aljabali, A. Gluza, K. Siwek // Tohoku Journal Experimental Medicine. - 2009.- Bd. 219, N4. - P.303-306.
- 310.Goodwin, J. Seasonal cold and circadian changes in blood pressure and physical activity in young and elderly people / J. Goodwin, V.R. Pearce, R.S. Taylor et al. // Age and Ageing. - 2001. – Vol. 30, N4.-P. 311-317.
- 311.Gouni-Berthold, I. Vitamin D and cardiovascular disease / I. Gouni-Berthold, W. Krone, H.K. Berthold // Current Vascular Pharmacology. - 2009.- N7. - P. 414–422.
- 312.Guenter, C.A. Cardiorespiratory and metabolic effects in men on the south polar plateau / C.A. Guente, A.T. Joern, J.T. Shyrley // Arch. intern. Med.-1970.-Vol.125, № 4.-P. 630-637.
- 313.Gulyaeva, V.V. Seasonal variations in respiratory system in healthy inhabitants of west Siberia / V.V. Gulyaeva, G.S. Shishkin, O.V. Grishin // Int. J. Circumpolar Health.- 2001. -Vol. 60, N 2. - P.334-338.
- 314.Guyton, A.C. Circulation: overall regulation / A.C. Guyton, T.G. Coleman, H.J. Granger // Ann. Rev. Physiol. - 1972. – N 34. P. 13-46.
- 315.Halberg, F. Aligned physiological-epidemiological-physical environmental monitoring of variability in Vernadsky`s noosphere: a chronosphere. Space weather effects on humans: in space and on earth / F. Halberg, G.Cornelissen,

- L., Beaty et al. // International conference 4-8 June 2012. - Moscow, 2012.-P. 28-29.
- 316.Halberg, F. Clinical relevance of about – yearly changes in blood pressure and the environment / F. Helberg, G. Cornelissen, E. Haus, G. Northrup, A. Portela, H. Wendt, K. Otsuka, Y. Kumagai, Y. Watanabe, R. Zaslavaskaya // Int. J. Biometeorol.-1996.-Vol. 39, №4.-P. 161-175.
- 317.Hälinen, A.I. The ECG Made Easy / A.I. Hälinen, J.R. Hampton . - Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto: Elsevier. - 2013. – 208 p.
- 318.Hamm, C.W. Checkliste EKG / C.W. Hamm, S.Willems. - Stuttgart, Germany.: Georg Thieme Verlag , 2007. - 343p.
- 319.Hampton, J.R. The ECG Made Easy / J.R. Hampton.- Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto.: Elsevier, 2003.- 316 p.
- 320.Hassi, J. Cold environment – a traditional and new occupational risk in the modern work life / J. Hassi // Barents. - 1988. – Vol. 1, N3. - P.75.
- 321.Hattori, T. Blood pressure measurement under standardized indoor condition may mask seasonal blood pressure variation in men with mildly elevated blood pressure / T. Hattori, M. Munakata // Clinical and Experimental Hypertension. - 2015. - Vol. 37, N4.-P. 317-322.
- 322.Hayashi, T. Seasonal Influence on Blood pressure in Elderly Normotensive Subjects / T. Hayashi, K. Ohshige, A. Sawai et al. // Hypertension Research. – 2008. -Vol. 31, N3.-P. 569-574.
- 323.Hemingson, N.B. Seasonal Fluctuation in Airway Responsiveness in Elite Athletes / N.B. Hemingson, B.E. Davis, D.W. Cockcroft // Can Respir J. -2004. -N11. -P. 399-401.
- 324.Holmer, I. Risk Assessment in cold environment / I. Holmer // Barents.- 1998.-Vol. 1.- P.77-79.
- 325.Houghton, A.R. Making Sense of the ECG: Gases for Self-Assessment / A.R. Houghton, D. Gray. - New York: CRC Press. - 2009. – 268 p.

- 326.Hozawa, A. Seasonal variation in home blood pressure measurements and relation to outside temperature in Japan / A. Hozawa, S. Kuriyama, T. Shimazu et al. // Clinical and Experimental Hypertension. - 2011. – Vol. 33, N3. - P.153-158.
- 327.Iwabu, A. Inverse correlation between seasonal changes in home blood pressure and atmospheric temperature in treated-hypertensive patients / A. Iwabu, K. Konishi, H. Tokutake et al. // Clin. Exp. Hypertens. - 2010. - Vol.32, N4. - P. 221-6.
- 328.Jessen, R. An assessment of human regulatory mechanisms of no shivering thermogenesis / Jessen R. // Acta anaesthesiol. 1980. - Vol. 24, N3. - P. 138-143.
- 329.Jiang, H. Long – term effects of weight loss and dietary sodium reduction on incidence of hypertension / H. Jiang, P.K. Whelton, L.J.Appel, J. Charleston, M.J. Klag // Hypertension. – 2000. – Vol. 35, № 2.-P. 544-549.
- 330.Jung, O. Extracellular superoxide dismutase is a major determinant of nitric oxide bioavailability. In vivo and ex vivo evidence from es SOD-deficient mice / O. Jung, S.L. Marklund, H. Geiger et al. // Circ. Res. - 2003. - Vol. 93, N7.-P. 622-629.
- 331.Kanikowsska, D. Effects of living at two ambient temperatures on 24-h blood pressure and neuroendocrine function among obese and non-obese humans: a pilot study / D. Kanikowsska, M. Sato, S. Iwase et al. // Int. J. Biometeorology. - 2013. Vol.7, N3.-P. 475-481.
- 332.Katheleen, M. S. The relationship of oxidative stress and cholesterol with dipping status before and after aerobic exercise training / M.S. Katheleen, N.M. Fatty-Stewart, K.M. Diaz et al. // Blood Press. - 2009. - Vol.18, N4. P. 171-179.
- 333.Kazuko, M. Weight gain-induced blood pressure elevation / M. Kazuko, H. Mikami, T. Ogihara, M.L. Tuck // Hypertension. – 2000. – Vol. 35, № 5. – P. 1135-1140.

- 334.Kent, S.T. The association of remotely-sensed outdoor temperature with blood pressure levels in REGARDS: a cross-sectional study of a large, national cohort of African-American and white participants / S.T. Kent, G. Howard, W.L. Crosson et al. // *Environmental Health*. - 2011. - Vol.10, N1.-P.7.
- 335.Khosla, N. Predoctors of hyperkalemia risk following hypertension control with aldosterone blockade / N. Khosla, R. Kalaitzidis, G.L. Bakris // *Am. J. Nephrol.* - 2009. - Vol. 30, N5.-P.418-24.
- 336.Kleimenova, N.G. Seasonal variations in the myocardial infarction incidence and possible effects of geomagnetic micropulsations on the cardiovascular system in humans / N.G. Kleimenova, O.V. Kozyreva, T.K. Breus, S.I. Rapoport // *Biofizica*. - 2007. - Bd. 52, N6. - P. 1112-1119.
- 337.Knight, D.R. Effects of hyperoxia on maximal leg O₂ supply and utilization in men / D.R. Knight, W. Schaffartzik, D.C. Poole, M.C. Hogan, D.E. Bebout, P.D. Wagner // *J. Appl. Physiol.* - 1993. - Vol. 75. - P. 2586-2594.
- 338.Kose, S. Seasonal variability of QT dispersion in healthy young males // *Annals of noninvasive electrocardiology* / S. Kose, K. Aytemir, I. Can, A. Iyisoy, H. Kursaklioglu, B. Amasyali, A. Kilic, E. Isik, A. Oto, and E. Demirtas // *Annals of Noninvasive Electrocardiology*.-2003. - Vol. 8, N1. P. 8-13.
- 339.Kose, S. Seasonal variation of P-wave dispersion in healthy subjects / S. Kose, K. Aytemir, I. Can, A. Iyisoy, A. Kilic, B.Amasyali, H.Kursaklioglu, E. Isik, A. Oto, E. Demirtas // *Journal of Electrocardiology*. - 2002. - Vol. 35, N4.-P. 307–311.
- 340.Koskolou, M.D. Arterial hypoxemia and performance during exercise / M.D. Koskolou, D.C. McKenzie // *European J. Appl. Physiol.* - 1994.- N 68. - P. 80-86.
- 341.Kruse, H.J. Seasonal variation of endothelin-1, angiotensin II, and plasma catecholamines and their relation to outside temperature / H.J .Kruse, I. Wieczorek, H. Hecker, A. Creutzig, Schellong S.M. // *Journal of laboratory and clinical medicine*. - 2002. - Vol. 140, N4.-P. 236-241.

- 342.Lambert, G.W. Sympathetic nervous activation in obesity and the metabolic syndrome – causes, consequences and therapeutic implications / G.W. Lambert, N.E. Straznicky, E.A. Lambert et al. // Pharmacol. Ther. – 2010. – Vol. 126, N2.-P. 159-172.
- 343.LeBlanc, J. Thyroxine and noradrenaline on noradrenaline sensitivity, cold resistance, and brown fat / J. Leblanc, A.Villemaire // Am J Physiol. - 1970. - Vol. 218, N6. P.1742-1745.
- 344.Luo, B. Artificial Cold Air Increases the Cardiovascular Risks in Spontaneously Hypertensive Rats / B. Luo, S. Zhang, S. Ma et al. // International Journal of Environmental Research and Public Health. - 2012. - Vol. 9, N9. - P. 3197-3208.
- 345.Lutfi, M.F. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements / M.F. Lutfi // Multidiscip Respir Med. Опубликовано online 2017 Feb 9.
- 346.Macfarlane, P.W. Comprehensive Electrocardiology. Theory and Practice in Health and Disease / P.W. Macfarlane, T. D. V. Lawrie. - New-York, Oxford, Beijing, Frankfurt, Sao Paulo, Sydney, Tokyo, Toronto: Pergamon Press, 1989.- Vol. 3.-P. 1441-1526.
- 347.McLaren, M. Seasonal variation in plasma levels of endothelin-1 and nitric oxide / M. McLaren, G. Kirk et al. // Int. Angiol. - 2000. - Vol. 19, N4.-P. 351-353.
- 348.Mehta, J.L. Epinephrine up regulates superoxide dismutase in human coronary artery endothelial cells Free Radical / J.L. Mehta, D. Li // Biology & Medicine. - 2001. - Vol. 30, N2.-P.-148-153.
- 349.Melnikov, V.N. Limb muscle hemodynamics and arterial distensibility depend on atmospheric pressure in hypertensive men / V.N. Melnikov, S.G. Krivoschekov, T.G. Komlyagina et al. // Biomed Environ Sci. - 2013. - N4. P. 284-294.

350. Mercer, J.B. The effect of short-term cold exposure on risk factors for cardiovascular disease / J.B. Mercer, B. Osterud, T. Tveita // *Thrombosis Research*. – 1999. – Vol. 95, N2. – P. 93-104.
351. Miller, M.R. Standardisation of spirometry / M.R. Miller, J. Hankinson, V. Brusasco, F. Burgos, et al. // *Eur Respir J*.- 2005.-N 26.-P 319–338.
352. Modesti, P.A. Blood Pressure Changes: Independent Relationship With Temperature and Daylight Hours / P.A. Modesti, M. Morabito, L. Massetti, S. Rapi, S. Orlandini, G. Mancia, G. F. Gensini, G. Parati // *Hypertension*. - 2013. - N61.-P.908-914.
353. Moran-Navarro, R. Heart rate reserve at ventilator thresholds, maximal lactate steady state and maximal aerobic power in well-trained cyclists: training application / R. Moran-Navarro, R. Mora-Rodriguez, V. Rodriguez-Rielves, P. De la Fuente-Pérez, J.G. Pallarés // *European Journal of Human Movement*. - 2016.- Vol. 36. - P.150-162.
354. Muller, M.D. Aging attenuates the coronary blood flow response to cold air breathing and isometric handgrip in healthy humans / M.D. Muller, Z. Gao, J.L. Mast, C.A. Blaha, R.C. Drew, U.A. Leuenberger, L.I. Sinoway // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.*-2012.-302. - H1737-H1746.
355. Murakami, S. Impact of outdoor temperature on prewaking morning surge and nocturnal decline in blood pressure in a Japanese population / S. Murakami, K. Otsuka, T. Kono et al. // *Hypertension Research: official journal of the Japanese Society of Hypertension*. - 2011. - Vol. 34, N1.-P. 70-73.
356. Muto, A. Medical research / A. Muto // *National report of Japanese Antarctic research expedition 1958-1960*. -1960.-P.55-58.
357. Nayha, S. Adjustment of Blood Pressure Data by Season / S. Nayha // *Scand. J. Prim Health Care*. – 1985. - № 3 P. 99-105.
358. Nicolau, G.Y. Circannual rhythms of systolic and diastolic blood pressure, in relation to plasmas aldosterone and urinary norepinephrine in elderly subjects and in children / G.Y. Nicolau, E. Hau, C. Bogdan et al // *Endocrinologie*. - 1986. - N 24. P. 97-107.

- 359.Ozheredov, V.A. Influence of some weather factors and the geomagnetic activity on the development of severe cardiological pathologies / V.A. Ozheredov, T.K. Breus, Iu.I. Gurfinkel' et al. // Biofizika. - 2010. – N 55. – P.133-44.
- 360.Parin, V.V. On the mechanism of hypertension of the lesser circulation / V.V. Parin, F.Z. Meerson // Sov. Med. – Vol. 959, N 23. – P. 26-33.
- 361.Parshukova, O.I. Nitric Oxyde Production in Professional Skiers During Physical Activity at Maximum Load / O.I. Parshukova, N.G. Varlamova, E. Bojko // Frontiers in Cardiovascular Medicine.-2020.-Vol.7.
- 362.Pellegrino, R. Interpretative strategies for lung function tests / R. Pellegrino, G. Viegi, V. Brusasco, R.O. Crapo, et al. // Eur Respir J.- 2005.-N 26.-P. 948–968.
- 363.Portela, A. Changes in human blood pressure with season, age and solar cycles: a 26-year record / A. Portela, G. Northrup, F. Halberg et al. // Int. J. Biometeorol. - 1996. - N 3. –P. 176-181.
- 364.Radke, K.J. Seasonal variation in hemodynamic and blood pressure-regulating hormones / K.J. Radke, J.L. Izzo // Hypertension. - 2010.- Vol.24, N6. – P. 41.
- 365.Rhian, M. T. Reactive Oxygen Species, Vascular Oxidative Stress, and Redox Signaling in Hypertension. What is the Clinical Significance / M. T. Rhian // Hypertension. - 2004. - N44.- P. 248-252.
- 366.Rohit, S.L. Seasonal Variation in Paroxysmal Atrial Fibrillation: A Systematic Review / S.L. Rohit // J. Atr Fibrillation. - 2015. - Vol. 7, N5. - P. 1201-1212.
- 367.Rosendorff, C. Essential Cardiology: Principles and Practice / C. Rosendorff.- Springer, 2013.-722 p.
- 368.Rostand, S.G. Ultraviolet light may contribute to geographic and racial blood pressure differences / S.G. Rostand // Hypertens.-1997.-Vol.30, № 2.-P. 150-156.
- 369.Rundell, K.W. Bronchoconstriction During Cross – Country Skiing: Is There Really a Refractory Period? / K.W. Rundell, B.A. Spiering, D.A Judelson, M.H. Wilson // Med Sci Sport Exerc. - 2003. - Vol.3, N1. - P. 18-26.
- 370.Sakamoto, S. The utility of T-wave alternans during the morning in the summer for the risk stratification of patients with Brugada syndrome / S. Sakamoto, M.

- Takagi, J. Kakihara, Y. Hayashi, A. Doi, K. Sugioka, M. Yoshiyama // *Heart and Vessels*. - 2017. - Vol. 32, N3. – P. 341–351.
- 371.Sasonko, M.L. Combined influence of the local atmosphere conditions and space weather on there parameters of 24-h electrocardiogram / M.L. Sasonko, V.A. Ozheredov, T.K Breus, V.N. Iskov, O.A. Klochikhna, Y.I. Gurfinkel // *International Journal of Biometeorology*.- 2019. - Vol. 63, N1.-P. 93–105.
- 372.Scaccianose, S. Regolazione della risposta distress nell`invecchiamento / S. Scaccianose // *Gerontol.*-1994.-Vol.42, № 9.-P.667-671.
- 373.Selig, R. Функциональное исследование системы дыхания / R.Selig // *Справочник по клиническим функциональным исследованиям; под ред. А. Гиттера, Л. Хейльмейера.*-М., 1966. - С. 125-159.
- 374.Sellers, E.A. Electrical activity of skeletal muscles of normal and acclimatized rats on exposure to cold / E.A. Sellers, J.W. Scott, H. Thomas // *Amer. J. Physiol.* - 1967. - Vol. 177, N3.-P.372-376.
- 375.She, J. Development of electric cart for improving walking ability — application of control theory to assistive technology / J. She, Y. Ohyama, M. Wu, H. Hashimoto // *Sci. China Inf. Sci.* - 2017. - Vol. 60, N12. – P.123201:1–123201:9.
- 376.Sinha, P.S. Seasonal Variation of Blood Pressure in Normotensive Females Aged 18 to 40 Years in an Urban Slum of Delhi, India / P.S. Sinha, T.D. Kumar, N.P. Singh et al. // *Asia-Pacific Journal of Public Health*. - 2010. - Vol. 22, N1.-P. 134-145.
- 377.Skulachev, V.P. H₂O₂ sensors of lungs and blood vessels and their role in the antioxidant defense of the body / V.P. Skulachev // *Biochemistry (Moscow)*. - 2001. - N10. – P.1153-1156.
- 378.Solonin, Yu. G. Effect of Latitude on Adolescents Living in the North / Yu. G. Solonin, E.R. Boiko, N.G. Varlamova, T.V. Eseva, A.M. Kaneva, T.P. Loginova, A.L. Markov, O.I. Parshukova, N.N. Potolitsina, V.D. Shadrina // *Human Physiol.* - 2012. - Vol.38, N 2. - P. 212-216.

379. Sothorn, R.B. Circannual variation in human diastolic blood pressure during consecutive solar cycles / R.B. Sothorn, G. Cornelissen, G. Katinas et al. // *Scripta Medica (Brno)*. - 2005. - Vol. 78, N2.-P. 107-114.
380. Stroud, M.A. Effects on energy expenditure of facial cooling during exercise // *Eur. J. Appl. Physiol* / M.A. Stroud // *Occup. Physiol.* - 1991. - Bd.63, N5. - P. 376-380.
381. Sue-Chu, M. Winter Sports Athletes: Long-Term Effects of Cold Air Exposure / M. Sue-Chu // *Br J Sports Med.* - 2012. - Vol. 46, N6.- P. 397-401.
382. Takigawa, M. Seasonal and circadian distributions of ventricular fibrillation in patients with Brugada syndrome / M. Takigawa, T. Noda, W. Shimizu, K. Miyamoto, H. Okamura, K. Satomi, K. Suyama, N. Aihara, S. Kamakura, Kurita T. // *Heart Rhythm.* - 2008.- Vol.5, N11.-P. 1523-1527.
383. Tikkanen, E. Effects of prolonged anoxia on electrical activity of the heart in crucian carp (*Carassius carassius*) / E. Tikkanen, J. Haverinen, S. Egginton, M. Hassinen, M. Vornanen // *Journal of Experimental Biology.* - 2017. - N220.-P. 445-454.
384. Varlamova, N. Blood pressure, Oxygen Consumption and Superoxide Sismutase in Young Men in the Annual Cycle / N. Varlamova, V. Evdokimov, V. Shadrina et al. // *Annals of Clinical and Experimental Hypertension.* - 2015. - Vol.3, N1.-P.1019-1025.
385. Varlamova, N. G. Annual blood pressure dynamics and weather sensitivity in women / N. G. Varlamova, T. A. Zenchenko, E. R. Boyko // *Terapevticheskii Arkhiv.* - 2017. - Bd. 89, N12. - P. 56-63.
386. Varlamova, N.G. Electrocardiogram of the Northern inhabitants / N.G. Varlamova, V.G. Evdokimov // *Modern Electrocardiology.* - 1999. - P.76-77.
387. Varlamova, N.G. "Pulmonary heart" in the inhabitants of European North and ECG – criteria of its diagnostics / N.G. Varlamova, V.G. Evdokimov, A.E. Popov // *The complete Works of International Ecologic Forum.-St.Petersburg,* 2003.-P. 826-828.

- 388.Varlamova, N.G. Dynamic Characteristics of the External Respiratory Function in Young Male Residents of the North during the Annual Cycle / N.G. Varlamova, V.G. Evdokimov, O.V. Rogachevskaya, E.R. Boiko // Human Physiology. - 2010. - Vol. 36, N3.-P.353-359.
- 389.Varlamova, N.G. Electrocardiogram of the Northern inhabitants / N.G. Varlamova, V.G. Evdokimov // Modern Electrocardiology. – Syktyvkar. – 2000. – P. 76-77.
- 390.Varlamova, N.G. External Respiration Function of Young Male Residents of Northern Europe during Annual Cycle / N.G. Varlamova, V.G. Evdokimov, E.R. Boiko, T.I. Kochan, A.M. Kaneva, O.V. Rogachevskaya // Human Physiol. - 2008. - Vol. 34, N 6.-P. 728-734.
- 391.Villegas-Amtmann, S. Seasonal variation in blood and muscle oxygen stores attributed to diving behavior, environmental temperature and pregnancy in a marine predator, the California Sea lion / S. Villegas-Amtmann, S. Atkinson, A.Paras-Garcia et al. // Comparative biochemistry and physiology. Part A, Molecular & integrative physiology. - 2012. – N 162. P. 413-420.
- 392.Wagner, M.D. Marriott`s Practical Electrocardiography / M.D. Wagner. - Philadelphia, Baltimor, New York, London, Buenos Aires, Hong Kong, Sydney, Tokyo: by Lippincott Williams & Wilkins, 2001.- 517 p.
- 393.Wang, D. NADPH-oxidase and a hydrogen peroxide-sensitive K[±] channel may function as an oxygen sensor complex in airway chemoreceptors and small cell lung carcinoma cell lines / D. Wang, C. Youngson, V. Wong et al. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. - 1996. - N 93. – P. 13182-13187.
- 394.Wasserman, K. Determination of the anaerobic threshold by gas exchange: biochemical considerations, methodology and physiological effects / K.Wasserman, W.W. Stringer, R.Casaburi, A.Koike, C.B. Cooper // Z. Kardiologia. - 1994. - Vol. 83, N 3. - P. 1-12.
- 395.Watanabe, E. Seasonal variation in paroxysmal atrial fibrillation documented by 24-hour Holter electrocardiogram / E. Watanabe, Y. Kano, H. Takasago, M.Q.

- Tong, Y. Sobue, T. Uchiyama, I. Kodama, H. Hishida // Heart rhythm. - 2007. – Vol. 4, N1 - P. 27-31.
- 396.Weber, M.A. The sympathetic nervous system in primary hypertension / M.A. Weber, Y.I.M. Drayer // Min. Electr. Metab. - 1982. - № 7. - P. 57-66.
- 397.Winnicki, M. Relation of 24 – hour ambulatory blood pressure and short – term blood pressure variability to seasonal changes in environmental temperature in stage I hypertensive subjects. Results of the harvest trial / M. Winnicki, C. Canali, V.Accurso, F.Dorigatti, P.Giovinazzo, P.Palatini // Clin. And exper. Hypertens. – 1996. – Vol. 18, № 8. – P. 995-1012.
- 398.Yae, H. Usefulness of R-R interval and its variability in evaluation of thermal comfort / H. Yae, I. Masam, T. Kazuko // Int. J. Biometeorology. - 1995. - Bd.38, N3. - P.116-121.
- 399.Yang, J. Seasonal variations of temperature-related mortality burden from cardiovascular disease and myocardial infarction in China / J. Yang, M.G. Zhou, C.Q. Ou, P. Yin, M.M. Li, S.L. Tong, A. Gasparrini, X.B. Liu, J. Li, L.N. Cao // Environmental pollution. - 2017. –N 224. – P. 400-406.
- 400.Yang, L. Outdoor temperature, blood pressure, and cardiovascular disease mortality among 23 000 individuals with diagnosed cardiovascular diseases from China / L. Yang, L. Liming, L. Sarah et al. / European Heart Journal. – 2015 - Vol. 36, N19. – P. 1178-U107.
- 401.Yoshimitsu, I. Seasonal variation in physiological responses to mild cold air in young and older men / I. Yoshimitsu, N. Mikio, U. Hiroyuk, A. Tsutomu // Int. J. Biometeorol.-1995.- N 3.-P. 131-136.
- 402.Youn, J.C. Arterial stiffness is related to augmented seasonal variation of blood pressure in hypertensive patients / J.C. Youn, S.J. Rim, S.Park et al. // Blood pressure. - 2007. - N. 6. P. 375-380.
- 403.Zenchenko, T.A. Hemodynamic response characteristics of healthy people to changes in meteorological and geomagnetic factors in the north / T.A. Zenchenko, N.G. Varlamova // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. - 2015. - Vol.51,N8.-P.858–870.

Приложение

Таблицы амплитудно-временных характеристик ЭКГ в годовом цикле

Таблица 22 – Электрическая ось сердца, длительность интервала R-R во II отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($X \pm SD$, n=29)

Месяцы (номер месяца)	Электрическая ось сердца, градусы	Длительность интервала R-R, мм
Январь (1) n=27	47.6±21.2	43.6±7.1
Февраль (2) n=27	46.8±22.9	43.7±5.5
Март (3) n=26	51.4±27.6	45.0±6.9
Апрель (4) n=29	51.0±23.1	46.8±5.6
Май (5) n=25	46.9±26.3	44.8±5.1
Июнь (6) n=37	58.0±18.5	45.0±4.7
Июль (7) n=26	46.7±29.0	44.1±6.9
Август (8) n=25	59.7±23.8	44.3±5.6
Сентябрь (9) n=15	57.4±21.0	45.6±4.0
Октябрь (10) n=27	53.0±25.1	45.4±6.6
Ноябрь (11) n=32	51.25±28.8	45.2±7.0
Декабрь (12) n=28	53.9±30.0	45.6±5.0

Таблица 23 – Амплитуда зубцов P, Q, R, S, T, сегмента ST в I отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм ###	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм ###	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	0.78 $\pm$ 0.18	-0.37 $\pm$ 0.46	6.85 $\pm$ 2.02 &4,11	-0.65 $\pm$ 0.79	2.01 $\pm$ 0.72	0.052 $\pm$ 0.119
Февраль (2) n=27	0.89 $\pm$ 0.24 &4-7,9-11, ***9	-0.33 $\pm$ 0.47	6.44 $\pm$ 2.72 &4,11	-0.96 $\pm$ 1.12	2.13 $\pm$ 0.71 *9	0.026 $\pm$ 0.071
Март (3) n=26	0.74 $\pm$ 0.25	-0.29 $\pm$ 0.41	6.25 $\pm$ 2.76 &4,11	-0.86 $\pm$ 1.10	1.87 $\pm$ 0.63	0.035 $\pm$ 0.085
Апрель (4) n=29	0.67 $\pm$ 0.19 &2	-0.25 $\pm$ 0.32	8.89 $\pm$ 2.10 &1-3,5- 10,12,***10	-0.95 $\pm$ 1.07	1.85 $\pm$ 0.55	0.010 $\pm$ 0.041
Май (5) n=25	0.66 $\pm$ 0.22 &2	-0.34 $\pm$ 0.47	6.17 $\pm$ 2.36 &4,11	-0.84 $\pm$ 0.91	1.92 $\pm$ 0.75	0.040 $\pm$ 0.119
Июнь (6) n=33	0.67 $\pm$ 0.22 &2	-0.25 $\pm$ 0.37	5.79 $\pm$ 2.04 &4,11	-0.78 $\pm$ 0.82	1.91 $\pm$ 0.75	0.033 $\pm$ 0.102
Июль (7) n=26	0.62 $\pm$ 0.16 &2	-0.21 $\pm$ 0.29	5.77 $\pm$ 2.10 &4,11	-0.62 $\pm$ 0.81	1.90 $\pm$ 0.69	0.019 $\pm$ 0.057
Август (8) n=25	0.71 $\pm$ 0.22	-0.27 $\pm$ 0.37	5.79 $\pm$ 2.03 &4,11	-0.74 $\pm$ 0.88	1.70 $\pm$ 0.61	0.017 $\pm$ 0.055
Сентябрь (9) n=15	0.60 $\pm$ 0.24 &2,***2	-0.29 $\pm$ 0.40	5.75 $\pm$ 1.90 &4,11	-0.41 $\pm$ 0.77	1.67 $\pm$ 0.70 *2	0.013 $\pm$ 0.052
Октябрь (10) n=27	0.65 $\pm$ 0.25 &2	-0.26 $\pm$ 0.35	5.50 $\pm$ 1.91 &4,***4	-0.83 $\pm$ 0.82	1.82 $\pm$ 0.78	0.015 $\pm$ 0.048
Ноябрь (11) n=32	0.67 $\pm$ 0.21 &2	-0.32 $\pm$ 0.35	8.88 $\pm$ 2.13 &1-3,5-9,12	-0.63 $\pm$ 0.71	1.71 $\pm$ 0.67	0.016 $\pm$ 0.051
Декабрь (12) n=28	0.74 $\pm$ 0.23	-0.30 $\pm$ 0.46	5.84 $\pm$ 2.38 &4, 11	-0.68 $\pm$ 0.85	1.72 $\pm$ 0.87	0.039 $\pm$ 0.137

Примечание: ### - $p < 0.001$ (F-критерий, изменение показателя в годовом цикле), &- $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), сравнение max и min *** - $p < 0.001$ (критерий Стьюдента).

Таблица 24 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST во II отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	1.30±0.46 *9	-0.36±0.62	10.21±3.81	-1.02±0.86	2.31±0.92	0.070±0.132
Февраль (2) n=27	1.22±0.46	-0.40±0.61	10.19±3.62	-1.21±0.99 *	2.40±0.69	0.019±0.096
Март (3) n=26	1.13±0.55	-0.47±0.58	10.13±3.38	-1.08±0.98	2.40±0.92	0.035±0.109
Апрель (4) n=29	1.19±0.41	-0.42±0.55	10.01±3.60	-0.88±0.86	2.44±0.94	0.041±0.132
Май (5) n=25	1.15±0.49	-0.37±0.55	8.96±3.01	-0.98±0.92	2.27±0.89	0.036±0.115
Июнь (6) n=33	1.02±0.47	-0.42±0.55	10.32±3.15	-0.79±0.90	2.45±1.02	0.061±0.162
Июль (7) n=26	1.03±0.54	-0.33±0.53	9.45±3.58	-0.85±0.88	2.07±0.86	0.027±0.067
Август (8) n=25	1.12±0.51	-0.46±0.63	10.02±4.08	-0.81±0.82	2.18±0.81	0.000±0.000
Сентябрь (9) n=15	0.93±0.46 *1	-0.40±0.48	11.02±3.49	-0.63±0.64 *	2.28±1.16	0.033±0.150
Октябрь (10) n=27	1.11±0.41	-0.37±0.49	9.80±3.47	-0.83±0.94	2.32±0.88	0.041±0.142
Ноябрь (11) n=32	1.15±0.45	-0.40±0.58	9.93±3.54	-0.81±0.84	2.20±0.88	0.069±0.167
Декабрь (12) n=28	1.05±0.39	-0.42±0.47	10.49±3.30	-0.68±0.61	2.40±0.97	0.060±0.230

Примечание: сравнение max и min *-p<0.05 (критерий Стьюдента).

Таблица 25 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST во III отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	0.56 $\pm$ 0.49	-0.44 $\pm$ 0.72	5.49 $\pm$ 4.18	-1.85 $\pm$ 2.24 **6	0.26 $\pm$ 0.95	0.030 $\pm$ 0.117 *11
Февраль (2) n=27	0.51 $\pm$ 0.56	-0.33 $\pm$ 0.41	5.11 $\pm$ 3.80	-1.49 $\pm$ 1.65	0.47 $\pm$ 1.07	0.025 $\pm$ 0.121
Март (3) n=26	0.55 $\pm$ 0.61	-0.32 $\pm$ 0.35	5.50 $\pm$ 4.21	-1.31 $\pm$ 1.60	0.52 $\pm$ 0.82	0.019 $\pm$ 0.158
Апрель (4) n=29	0.57 $\pm$ 0.50	-0.43 $\pm$ 0.65	5.52 $\pm$ 4.48	-1.24 $\pm$ 1.60	0.67 $\pm$ 0.86	0.010 $\pm$ 0.086
Май (5) n=25	0.55 $\pm$ 0.47	-0.41 $\pm$ 0.50	4.53 $\pm$ 3.33	-1.34 $\pm$ 1.51	0.45 $\pm$ 0.85	-0.004 $\pm$ 0.121
Июнь (6) n=33	0.38 $\pm$ 0.50	-0.51 $\pm$ 0.66	6.02 $\pm$ 3.91	-0.70 $\pm$ 1.05 **1	0.58 $\pm$ 0.86	-0.006 $\pm$ 0.130
Июль (7) n=23	0.52 $\pm$ 0.53	-0.33 $\pm$ 0.59	5.30 $\pm$ 4.37	-1.64 $\pm$ 1.91	0.25 $\pm$ 0.82	0.019 $\pm$ 0.113
Август (8) n=25	0.44 $\pm$ 0.61	-0.46 $\pm$ 0.90	6.23 $\pm$ 4.27	-1.25 $\pm$ 2.07	0.40 $\pm$ 0.76	-0.004 $\pm$ 0.155
Сентябрь (9) n=15	0.57 $\pm$ 0.40	-0.33 $\pm$ 0.41	6.60 $\pm$ 3.47	-1.02 $\pm$ 1.60	0.57 $\pm$ 0.82	-0.040 $\pm$ 0.220
Октябрь (10) n=27	0.36 $\pm$ 0.42	-0.33 $\pm$ 0.54	5.31 $\pm$ 3.91	-1.21 $\pm$ 1.59	0.33 $\pm$ 0.63	-0.007 $\pm$ 0.163
Ноябрь (11) n=32	0.56 $\pm$ 0.55	-0.37 $\pm$ 0.52	5.68 $\pm$ 3.85	-1.24 $\pm$ 1.63	0.27 $\pm$ 0.69	-0.059 $\pm$ 0.209 *1
Декабрь (12) n=28	0.47 $\pm$ 0.63	-0.34 $\pm$ 0.45	6.33 $\pm$ 4.41	-0.91 $\pm$ 1.32	0.64 $\pm$ 0.92	0.007 $\pm$ 0.144

Примечание: сравнение max и min -* &-p<0.05, **-p<0.01 (критерий Стьюдента).

Таблица 26 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в III отведении ЭКГ на вдохе у мужчин (группа II) в годовом цикле ($X \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	0.93±0.49 *12	-0.41±0.63	7.90±4.24	-1.27±1.37	1.08±1.04	-0.004±0.165
Февраль (2) n=27	0.86±0.71	-0.27±0.46	7.43±3.41	-1.20±1.55	0.90±0.82	0.006±0.149
Март (3) n=26	0.83±0.73	-0.31±0.36	7.68±3.75	-0.98±1.20	0.98±0.89	0.008±0.138
Апрель (4) n=29	0.75±0.56	-0.37±0.57	7.15±4.02	-1.03±1.10	0.95±0.70	0.031±0.117
Май (5) n=25	0.86±0.67	-0.23±0.38	6.34±3.19	-0.81±1.09	0.80±0.85	0.004±0.020
Июнь (6) n=33	0.64±0.49	-0.38±0.49	7.76±3.49	-0.78±1.03	0.92±0.92	-0.015±0.160
Июль (7) n=26	0.81±0.53	-0.31±0.53	7.08±4.48	-1.14±1.37	0.62±0.85	0.015±0.116
Август (8) n=25	0.66±0.64	-0.31±0.33	7.89±4.18	-1.04±1.59	0.84±0.89	-0.068±0.301
Сентябрь (9) n=15	0.61±0.49	-0.29±0.36	8.11±3.49	-0.53±0.76	0.81±0.85	0.040±0.189
Октябрь (10) n=27	0.80±0.54	-0.40±0.45	7.25±3.61	-0.64±1.05	0.84±0.81	-0.015±0.077
Ноябрь (11) n=32	0.78±0.57	-0.36±0.50	7.23±3.83	-0.93±1.26	0.75±0.78	0.003±0.156
Декабрь (12) n=28	0.55±0.68 *1	-0.28±0.47	6.40±5.76	-1.00±1.29	0.64±1.13	-0.014±0.148

Примечание: сравнение max и min *-p<0.05 (критерий Стьюдента).

Таблица 27 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в aVR отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	-0.90 $\pm$ 0.28 *** ₉	0.00 $\pm$ 0.00	0.65 $\pm$ 0.44	-7.63 $\pm$ 1.90 * ₁₂	-2.12 $\pm$ 0.70	-0.056 $\pm$ 0.115 * ₄
Февраль (2) n=27	-0.86 $\pm$ 0.25	0.00 $\pm$ 0.00	0.64 $\pm$ 0.64	-7.33 $\pm$ 2.26	-2.20 $\pm$ 0.66	-0.011 $\pm$ 0.089
Март (3) n=26	-0.75 $\pm$ 0.38	0.00 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.60	-6.94 $\pm$ 2.41	-1.89 $\pm$ 0.94	-0.012 $\pm$ 0.043
Апрель (4) n=29	-0.72 $\pm$ 0.42	0.00 $\pm$ 0.00	0.70 $\pm$ 0.71	-7.32 $\pm$ 1.86	-2.00 $\pm$ 0.67	-0.003 $\pm$ 0.042 * ₁
Май (5) n=25	-0.72 $\pm$ 0.27	0.00 $\pm$ 0.00	0.82 $\pm$ 0.70	-7.01 $\pm$ 2.07	-1.99 $\pm$ 0.86	-0.036 $\pm$ 0.125
Июнь (6) n=33	-0.64 $\pm$ 0.41	0.00 $\pm$ 0.00	0.60 $\pm$ 0.62	-7.06 $\pm$ 1.80	-2.11 $\pm$ 0.76	0.013 $\pm$ 0.141
Июль (7) n=26	-0.75 $\pm$ 0.28	0.00 $\pm$ 0.00	0.46 $\pm$ 0.46	-7.07 $\pm$ 1.61	-1.95 $\pm$ 0.61	-0.027 $\pm$ 0.104
Август (8) n=25	-0.70 $\pm$ 0.35	0.00 $\pm$ 0.00	0.73 $\pm$ 0.89	-7.24 $\pm$ 2.17	-1.74 $\pm$ 0.98	-0.007 $\pm$ 0.104
Сентябрь (9) n=15	-0.60 $\pm$ 0.20 *** ₁	-0.03 $\pm$ 0.13	0.91 $\pm$ 1.99	-7.23 $\pm$ 2.72	-1.63 $\pm$ 1.43	0.027 $\pm$ 0.103
Октябрь (10) n=27	-0.73 $\pm$ 0.37	-0.05 $\pm$ 0.26	0.93 $\pm$ 1.19	-6.40 $\pm$ 2.17	-1.90 $\pm$ 0.92	-0.022 $\pm$ 0.153
Ноябрь (11) n=32	-0.68 $\pm$ 0.40	-0.02 $\pm$ 0.09	1.18 $\pm$ 2.03	-6.90 $\pm$ 2.39	-1.83 $\pm$ 0.76	-0.019 $\pm$ 0.064
Декабрь (12) n=28	-0.67 $\pm$ 0.33	-0.03 $\pm$ 0.19	1.23 $\pm$ 2.01	-5.97 $\pm$ 3.21 * ₁	-1.90 $\pm$ 0.93	-0.014 $\pm$ 0.146

Примечание: сравнение max и min-* -p<0.05, *** -p<0.001, (критерий Стьюдента).

Таблица 28 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в aVL отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм #	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	0.13±0.45	-0.34±0.47	3.05±1.95 *9	-1.27±2.19	1.21±0.99 & 3,6,10, *3	0.048±0.163
Февраль (2) n=27	0.13±0.46	-0.29±0.52	2.92±2.02	-1.82±2.00	0.83±0.65	0.037±0.115
Март (3) n=26	0.20±0.46	-0.19±0.34	2.41±1.99	-1.98±2.07	0.50±0.69 &1,**1	0.054±0.177
Апрель (4) n=29	0.14±0.43	-0.19±0.27	2.16±1.83	-1.75±2.45	0.56±0.51	0.007±0.260
Май (5) n=25	0.12±0.46	-0.30±0.44	2.72±1.76	-1.54±1.59	0.78±0.52	-0.020±0.100
Июнь (6) n=33	0.13±0.39	-0.21±0.35	2.02±1.54	-2.02±1.96	0.55±0.59 &1	-0.006±0.035
Июль (7) n=26	0.08±0.46	-0.24±0.35	2.66±2.07	-1.75±2.06	0.79±0.68	0.027±0.078
Август (8) n=25	0.08±0.46	-0.24±0.39	2.38±2.16	-2.05±2.19	0.64±0.47	0.008±0.004
Сентябрь (9) n=15	0.07±0.42	-0.19±0.40	1.74±1.89 *1	-1.91±1.71	0.56±0.39	0.040±0.112
Октябрь (10) n=27	0.14±0.42	-0.21±0.36	2.30±1.71	-2.37±3.15	0.52±0.82 &1	0.030±0.120
Ноябрь (11) n=32	0.01±0.41	-0.25±0.35	2.23±1.73	-2.09±2.37	0.58±0.58	0.053±0.137
Декабрь (12) n=28	-0.05±0.86	-0.29±0.51	2.92±2.68	-1.96±2.09	0.79±0.62	0.014±0.108

Примечание: # - $p < 0.05$ (F-критерий, изменение показателя в годовом цикле), &- $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), сравнение max и min * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ (критерий Стьюдента).

Таблица 29 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в aVF отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	0.91 $\pm$ 0.40 *8	-0.35 $\pm$ 0.64	7.54 $\pm$ 4.15	-1.19 $\pm$ 1.38	1.44 $\pm$ 1.13	0.026 $\pm$ 0.086
Февраль (2) n=27	0.80 $\pm$ 0.45	-0.32 $\pm$ 0.56	7.29 $\pm$ 3.86	-0.91 $\pm$ 0.98	1.56 $\pm$ 0.64	0.004 $\pm$ 0.019
Март (3) n=26	0.76 $\pm$ 0.55	-0.24 $\pm$ 0.26	7.25 $\pm$ 4.04	-0.87 $\pm$ 1.04	1.38 $\pm$ 0.82	0.008 $\pm$ 0.129
Апрель (4) n=29	0.84 $\pm$ 0.45	-0.28 $\pm$ 0.39	7.63 $\pm$ 3.86	-0.89 $\pm$ 0.96	1.63 $\pm$ 0.80	0.017 $\pm$ 0.093
Май (5) n=25	0.76 $\pm$ 0.50	-0.27 $\pm$ 0.33	6.38 $\pm$ 3.20 *9	-0.88 $\pm$ 0.96	1.38 $\pm$ 0.86	0.032 $\pm$ 0.095
Июнь (6) n=33	0.70 $\pm$ 0.43	-0.36 $\pm$ 0.46	7.96 $\pm$ 3.48	-0.63 $\pm$ 0.80	1.69 $\pm$ 0.92 *7	0.021 $\pm$ 0.117
Июль (7) n=26	0.77 $\pm$ 0.42	-0.33 $\pm$ 0.52	6.93 $\pm$ 4.19	-1.02 $\pm$ 1.18	1.25 $\pm$ 0.75 *6	0.015 $\pm$ 0.108
Август (8) n=25	0.65 $\pm$ 0.51 *1	-0.42 $\pm$ 0.59	7.83 $\pm$ 4.37	-1.00 $\pm$ 1.34	1.26 $\pm$ 0.86	0.014 $\pm$ 0.088
Сентябрь (9) n=15	0.67 $\pm$ 0.44	-0.44 $\pm$ 0.50	8.63 $\pm$ 3.50 *5	-0.49 $\pm$ 0.64	1.43 $\pm$ 1.06	0.013 $\pm$ 0.052
Октябрь (10) n=27	0.71 $\pm$ 0.69	-0.34 $\pm$ 0.52	7.63 $\pm$ 3.87	-0.64 $\pm$ 0.77	1.51 $\pm$ 0.68	0.017 $\pm$ 0.055
Ноябрь (11) n=32	0.78 $\pm$ 0.48	-0.36 $\pm$ 0.56	7.30 $\pm$ 3.85	-0.69 $\pm$ 0.80	1.35 $\pm$ 0.68	0.019 $\pm$ 0.193
Декабрь (12) n=28	0.77 $\pm$ 0.44	-0.43 $\pm$ 0.63	7.69 $\pm$ 4.58	-1.29 $\pm$ 2.09	1.35 $\pm$ 1.15	-0.004 $\pm$ 0.191

Примечание: Сравнение max и min *-p<0.05 (критерий Стьюдента).

Таблица 30 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в V1 отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм##
Январь (1) n=27	-0.02±0.52	0.00±0.00	1.91±1.40	-8.06±2.68	-1.11±0.91	0.167±0.269
Февраль (2) n=27	0.12±0.48 **10	0.00±0.00	1.93±1.50	-8.65±2.96	-1.16±0.81	0.219±0.235
Март (3) n=29	-0.13±0.58	-0.02±0.10	2.13±1.64	-8.43±2.94	-1.05±0.78	0.271±0.226 &4,***4
Апрель (4) n=29	0.07±0.44	0.00±0.00	1.92±1.62	-7.50±2.86	-1.01±0.97	0.034±0.129 &3,***3
Май (5) n=25	-0.26±0.52	-0.02±0.10	1.71±1.44	-7.61±2.70	-1.22±0.73	0.150±0.221
Июнь (6) n=33	-0.07±0.50	-0.02±0.09	1.91±1.22	-8.20±3.27	-1.27±0.66	0.070±0.190
Июль (7) n=26	-0.10±0.53	0.00±0.00	1.40±0.91 **12	-7.90±2.20	-1.32±0.84 *11	0.062±0.139
Август (8) n=25	-0.17±0.61	0.00±0.00	2.01±1.51	-7.96±2.73	-1.18±0.63	0.108±0.447
Сентябрь (9) n=15	-0.19±0.50	0.00±0.00	1.94±1.38	-9.13±2.28	-1.12±0.67	0.107±0.249
Октябрь (10) n=27	-0.31±0.57 **2	0.00±0.00	1.78±1.30	-7.91±2.76	-1.06±0.98	0.193±0.200
Ноябрь (11) n=32	0.01±0.51	0.00±0.02	1.98±1.55	-8.29±2.73	-0.87±0.81 *7	0.230±0.230
Декабрь (12) n=28	-0.09±0.62	0.00±0.00	2.45±1.71 **7	-8.53±3.12	-0.98±0.98	0.143±0.199

Примечание: Примечание: ## - $p < 0.05$ (F-критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле), &- $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), сравнение max и min: * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ (критерий Стьюдента).

Таблица 31 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в V2 отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм #	Амплитуда сегмента ST, мм###
Январь (1) n=27	0.44±0.18	-0.02±0.10	4.78±3.03	-9.91±4.14	2.06±1.41	0.530±0.352 &4,6-8
Февраль (2) n=27	0.56±0.34 **8	-0.04±0.19	4.67±3.09	-10.07±3.10	2.14±1.27	0.596±0.398 &4,6-8
Март (3) n=26	0.42±0.39	0.00±0.00	5.06±3.25	-11.28±3.81 ***7	1.98±1.40	0.683±0.384 &4,6-8,***8
Апрель (4) n=29	0.47±0.17	-0.00±0.02	4.80±2.69	-9.35±4.04	1.98±1.26	0.072±0.290 &1-3,5,10-11
Май (5) n=25	0.28±0.43	-0.01±0.03	3.64±2.63	-8.86±3.52	1.54±1.65	0.440±0.373 &4,8
Июнь (6) n=33	0.39±0.31	-0.01±0.03	4.53±2.50	-9.63±3.56	1.37±1.38	0.191±0.316 &1-3,10
Июль (7) n=26	0.34±0.42	0.00±0.00	3.53±2.07 **12	-8.29±2.44 ***3	1.00±1.46 &12, **12	0.104±0.246 &1-3,10-11
Август (8) n=25	0.23±0.56 **2	-0.01±0.04	4.94±3.15	-9.53±4.03	1.52±1.57	0.008±0.040 &1-3,5,10-12, ***3
Сентябрь (9) n=15	0.25±0.37	0.00±0.00	4.89±2.70	-10.00±3.77	1.75±1.29	0.673±0.531
Октябрь (10) n=27	0.38±0.32	0.00±0.00	4.42±2.38	-9.86±4.23	1.71±1.55	0.619±0.467 &4,6-8
Ноябрь (11) n=32	0.40±0.35	0.00±0.00	4.73±2.93	-10.01±4.15	1.98±1.14	0.460±0.390 &4,7-8
Декабрь (12) n=28	0.40±0.42	-0.00±0.02	5.41±3.17 **7	-9.65±4.05	2.36±1.61 &7, **7	0.379±0.492 &8

Примечание: ### - $p < 0.00$, # - $p < 0.05$ (F-критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле), &- $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), сравнение max и min *** - $p < 0.001$, **- $p < 0.01$ (критерий Стьюдента).

Таблица 32 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в V3 отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм###
Январь (1) n=27	0.64±0.24	0.00±0.00	7.93±3.92	-8.11±2.53	4.04±1.79 *7	1.000±1.845 &4,6-8,**8
Февраль (2) n=27	0.71±0.24 *9	0.00±0.00	7.74±3.09	-8.10±3.40	3.74±1.54	0.474±0.443
Март (3) n=26	0.68±0.25	0.00±0.00	7.24±3.25	-9.28±3.41	3.43±1.59	0.665±0.446
Апрель (4) n=29	0.57±0.25	0.00±0.00	8.07±3.71	-8.24±2.92	3.70±1.56	0.069±0.221 &1
Май (5) n=25	0.59±0.19	0.00±0.00	7.01±3.28	-8.89±3.60	3.61±1.64	0.436±0.430
Июнь (6) n=33	0.61±0.21	-0.01±0.03	7.92±3.93	-9.03±3.33	3.63±2.07	0.340±0.490 &1
Июль (7) n=26	0.59±0.20	0.00±0.00	6.78±3.18	-9.15±3.58	2.90±2.07 *1	0.231±0.514 &1
Август (8) n=25	0.66±0.26	0.00±0.00	8.53±3.84	-8.40±2.83	3.35±1.83	0.008±0.040 &1,**1
Сентябрь (9) n=15	0.54±0.14 *2	0.00±0.00	7.99±4.26	-7.90±2.75	3.83±2.12	0.687±0.537
Октябрь (10) n=27	0.59±0.23	0.00±0.00	7.66±3.65	-8.57±2.68	3.87±1.83	0.626±0.488
Ноябрь (11) n=32	0.63±0.25	-0.00±0.02	7.33±3.07	-8.74±3.02	3.46±1.48	0.613±0.416
Декабрь (12) n=28	0.57±0.21	-0.02±0.09	8.40±3.75	-8.20±3.38	3.74±1.47	0.490±0.470

Примечание: ### - $p < 0.001$ (F-критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле), & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), сравнение max и min:
* - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$ (критерий Стьюдента).

Таблица 33 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в V4 отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм#	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм#
Январь (1) n=27	0.80±0.27 &10,***10	-0.27±0.53	12.76±4.95	-3.79±1.87	3.60±1.73	0.274±0.354 &10
Февраль (2) n=27	0.76±0.23	-0.17±0.37	12.14±3.67	-4.71±4.62	2.99±1.33	0.078±0.150
Март (3) n=26	0.62±0.27	-0.12±0.23	11.67±3.83	-4.13±2.69	2.95±1.67	0.271±0.289
Апрель (4) n=29	0.68±0.21	-0.19±0.37	12.47±4.13	-3.52±1.89	3.17±1.42	0.034±0.129 ***9
Май (5) n=25	0.65±0.22	-0.22±0.42	12.40±4.53	-4.35±2.30	3.18±1.60	0.116±0.244
Июнь (6) n=33	0.66±0.22	-0.27±0.47	12.70±4.26	-3.51±1.90	3.17±1.84	0.079±0.192
Июль (7) n=26	0.63±0.20	-0.12±0.32	11.78±5.20	-4.09±2.41	2.80±1.47	0.096±0.201
Август (8) n=25	0.62±0.20	-0.24±0.53	12.73±4.65	-3.14±1.83	2.86±1.52	0.163±0.238
Сентябрь (9) n=15	0.61±0.27	-0.23±0.39	13.30±4.15	-2.65±1.45	3.20±1.65	0.280±0.303 ***4
Октябрь (10) n=27	0.54±0.22 &1,***1	-0.09±0.18	12.34±3.58	-3.57±1.94	3.15±1.65	0.103±0.239 &1
Ноябрь (11) n=32	0.66±0.23	-0.25±0.56	12.09±4.25	-3.48±1.82	2.94±1.39	0.053±0.187
Декабрь (12) n=28	0.68±0.34	-0.20±0.41	13.19±4.25	-3.30±1.89	3.20±1.23	0.086±0.222

Примечание: # - $p < 0.05$ (F-критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле), & - $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), сравнение max и min: *** - $p < 0.001$ (критерий Стьюдента).

Таблица 34 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в V5 отведении ЭКГ у мужчин (группа II) в годовом цикле ($X \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм###	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм#
Январь (1) n=27	0.76 $\pm$ 0.35	-0.50 $\pm$ 0.63	13.61 $\pm$ 4.07 **7	-1.66 $\pm$ 1.17	3.33 $\pm$ 1.64	0.111 $\pm$ 0.180
Февраль (2) n=27	0.74 $\pm$ 0.23	-0.40 $\pm$ 0.62	12.76 $\pm$ 3.26	-1.85 $\pm$ 1.19	2.92 $\pm$ 1.02	0.056 $\pm$ 0.122
Март (3) n=26	0.72 $\pm$ 0.23	-0.41 $\pm$ 0.51	12.73 $\pm$ 3.78	-1.88 $\pm$ 1.31	2.80 $\pm$ 1.26	0.076 $\pm$ 0.186
Апрель (4) n=29	0.58 $\pm$ 0.16	-0.48 $\pm$ 0.65	12.92 $\pm$ 3.73	-1.72 $\pm$ 1.23	3.12 $\pm$ 1.03	0.014 $\pm$ 0.052 ***9
Май (5) n=25	0.62 $\pm$ 0.22	-0.43 $\pm$ 0.59	12.64 $\pm$ 3.67	-1.74 $\pm$ 1.42	2.96 $\pm$ 1.13	0.088 $\pm$ 0.207
Июнь (6) n=33	0.67 $\pm$ 0.24	-0.43 $\pm$ 0.58	12.52 $\pm$ 3.59	-1.52 $\pm$ 1.14	2.94 $\pm$ 1.29	0.036 $\pm$ 0.125
Июль (7) n=26	0.60 $\pm$ 0.18	-0.28 $\pm$ 0.38	11.04 $\pm$ 2.27 **1	-1.95 $\pm$ 2.29	2.81 $\pm$ 1.34	0.019 $\pm$ 0.098
Август (8) n=25	0.58 $\pm$ 0.21	-0.42 $\pm$ 0.50	12.7 2 $\pm$ 4.40	-1.51 $\pm$ 1.08	2.86 $\pm$ 1.20	0.080 $\pm$ 0.151
Сентябрь (9) n=15	0.57 $\pm$ 0.20	-0.41 $\pm$ 0.50	12.53 $\pm$ 3.68	-0.97 $\pm$ 0.78	2.99 $\pm$ 1.37	0.187 $\pm$ 0.242 ***4
Октябрь (10) n=27	0.56 $\pm$ 0.20 &12, **12	-0.37 $\pm$ 0.48	12.88 $\pm$ 4.05	-1.70 $\pm$ 1.43	2.88 $\pm$ 1.29	0.019 $\pm$ 0.133
Ноябрь (11) n=32	0.68 $\pm$ 0.27	-0.48 $\pm$ 0.62	12.06 $\pm$ 3.93	-1.52 $\pm$ 1.18	2.80 $\pm$ 1.20	0.041 $\pm$ 0.190
Декабрь (12) n=28	0.86 $\pm$ 0.56 &10, **10	-0.58 $\pm$ 0.74	13.05 $\pm$ 3.57	-1.51 $\pm$ 1.10	3.01 $\pm$ 1.05	0.089 $\pm$ 0.202

Примечание: # - $p < 0.05$, ### - $p < 0.001$, (F-критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле), &- $p < 0.05$ (критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони), сравнение max и min &&& - $p < 0.001$, &&- $p < 0.01$ (критерий Стьюдента).

Таблица 35 – Амплитуда зубцов P,Q,R,S,T, сегмента ST в отведении ЭКГ V6 у мужчин (группа II) в годовом цикле ($\bar{X} \pm SD$)

Месяцы (номер месяца)	Амплитуда зубца P, мм #	Амплитуда зубца Q, мм	Амплитуда зубца R, мм	Амплитуда зубца S, мм	Амплитуда зубца T, мм	Амплитуда сегмента ST, мм
Январь (1) n=27	0.72±0.35	-0.66±0.67	11.68±3.61 *7	-0.53±0.77	2.69±1.12	0.063±0.088 **11
Февраль (2) n=27	0.73±0.19 ***9	-0.50±0.60	11.34±3.00	-0.67±0.64 *9	2.78±1.00	0.033±0.107
Март (3) n=26	0.65±0.23	-0.55±0.59	10.96±3.09	-0.50±0.54	2.50±0.87	0.012±0.107
Апрель (4) n=29	0.59±0.17	-0.64±0.60	11.66±3.15	-0.63±0.68	2.58±0.72	0.014±0.052
Май (5) n=25	0.60±0.25	-0.58±0.61	10.71±3.30	-0.60±0.73	2.36±0.88	0.016±0.080
Июнь (6) n=33	0.60±0.19	-0.58±0.58	10.92±3.10	-0.53±0.58	2.48±1.04	0.036±0.134
Июль (7) n=26	0.59±0.14	-0.43±0.36 *12	9.56±2.61 *1	-0.45±0.52	2.38±0.89	0.038±0.110
Август (8) n=25	0.55±0.21	-0.72±0.81	11.27±4.07	-0.52±0.55	2.48±0.84	0.008±0.040
Сентябрь (9) n=15	0.48±0.17 ***2	-0.57±0.57	10.57±3.00	-0.26±0.38 *2	2.45±1.09	0.010±0.050
Октябрь (10) n=27	0.57±0.21	-0.61±0.65	11.39±3.64	-0.55±0.67	2.64±1.01	0.011±0.133
Ноябрь (11) n=32	0.59±0.22	-0.53±0.62	11.11±3.15	-0.48±0.56	2.45±0.92	-0.031±0.131 **1
Декабрь (12) n=28	0.61±0.34	-0.76±0.75 *7	11.36±3.29	-0.41±0.53	2.65±0.96	0.050±0.193

Примечание: # - $p < 0.05$ (F-критерий Фишера, изменение показателя в годовом цикле); сравнение max и min: *- $p < 0.05$, **- $p < 0.01$. *** - $p < 0.001$ (критерий Стьюдента).