

КАРДИОГЕМОДИНАМИКА И СЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ МИОКАРДА У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ ПРИ АДАПТАЦИИ К ХОЛОДУ

© 2019 г. ¹Б. Ф. Дерновой, ²В. И. Прошева

¹ФКУЗ «Медико-санитарная часть МВД Российской Федерации по Республике Коми», г. Сыктывкар;
²ФГБУН «Институт физиологии Коми научного центра УрО РАН», г. Сыктывкар

Цель исследования – выявить закономерности функционирования системы кровообращения у элитных лыжников-гонщиков при адаптации к холоду. *Методом* эхокардиографии, электрокардиографии, регистрации артериального давления и электрохемилюминисцентного исследования в сыворотке крови натрийуретического пептида В-типа оценена деятельность сердечно-сосудистой системы у шестнадцати высококвалифицированных лыжников-гонщиков в период подготовки к национальным соревнованиям в контрастные по температуре сезоны года. *Результаты*. У спортсменов по сезонам сохраняются приспособительные структурно-функциональные изменения в сердечно-сосудистой системе. При этом обнаружены сезонные отличия в функционировании системы кровообращения. Так, зимой относительно лета у испытуемых выявлено меньшее систоло-диастолическое артериальное давление, большие размеры полости левого сердца, увеличение скорости раннего кровенаполнения левого желудочка, транстрикуспидального кровотока, а также времени гемодинамики в корне легочной артерии. В восстановительный период после тренировки у атлетов фоновое содержание в сыворотке крови NT-proBNP зимой было примерно в три раза ниже, чем летом. *Вывод*. Полученные результаты свидетельствуют, что для сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных лыжников-гонщиков в периоды сезонной подготовки к соревнованиям характерны устойчивые приспособительные структурно-функциональные изменения. При адаптации к холоду повышается влияние вагуса на тонус резистивных сосудов, увеличивается кардиогемодинамика и снижается базальная секреторная функция миокарда в ответ на гемодинамические нагрузки.

Ключевые слова: холод, сердце спортсмена-лыжника, натрийуретический пептид, контрастные сезоны года

CARDIOHEMODYNAMIC AND SECRETORY FUNCTION OF THE MYOCARDIUM IN ELITE ATHLETES DURING ADAPTATION TO COLD

¹B. F. Dernovoy, ²V. I. Prosheva

¹Medical-Sanitary Unit of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation in Komi Republic, Syktyvkar, Russia;
²Institute of Physiology, Komi Science Centre, the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Aim: To study circulatory system functioning in elite skiers during adaptation to cold. *Methods:* Echocardiography, electrocardiography, recording of arterial pressure and electrochemiluminescent assessment of serum B-natriuretic peptide were performed to study the functioning of the cardiovascular system in 16 skiers during the period of preparation for the national competitions in different seasons. *Results.* Adaptive structural and functional changes in the cardiovascular system remain during seasons. At the same time, considerable seasonal differences in the functioning of the circulatory system were found. In winter, the subjects showed lower blood pressure, larger size of the left heart cavity, an higher rate of early blood filling of the left ventricle, transtricuspid blood flow, as well as the time of hemodynamics in the root of the pulmonary artery. In the rehabilitation period after exercise in skiers background levels of serum NT-proBNP in winter were about three times lower than in summer. *Conclusion.* The results have shown that the cardiovascular system of elite skiers during seasonal preparation for the competition is characterized by stable adaptive structural and functional changes. Adaptation to cold increases the influence of vagus nerve on the tone of resistive vessels, increases cardiohemodynamics and decreases basal secretory function of the myocardium in response to hemodynamic loads.

Key words: cold, skier's heart, natriuretic peptide, contrasting seasons of the year

Библиографическая ссылка:

Дерновой Б. Ф., Прошева В. И. Кардиогемодинамика и секреторная функция миокарда у высококвалифицированных лыжников-гонщиков при адаптации к холоду // Экология человека. 2019. № 6. С. 45–50.

Dernovoy B. F., Prosheva V. I. Cardiohemodynamic and Secretory Function of the Myocardium in Elite Athletes during Adaptation to Cold. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 6, pp. 45-50.

Одной из актуальных задач, стоящих перед современной физиологией и медициной, остается изучение особенностей адаптации человека к неблагоприятным условиям внешней среды. Во многом это вызвано ростом зимой терминальных событий, в основе которых лежит патология сердца и сосудов [3, 12, 22]. Установлено, что в холодное время года у человека независимо

от состояния здоровья модифицируется деятельность сердечно-сосудистой системы [4, 10]. Модулирующее влияние сезонных природных факторов сохраняется и в период мобилизации организма [6, 16, 23]. Вместе с тем до сих пор остается мало изученным важный для развития экологической физиологии аспект специфики функционирования сердца и сосудов у северян с вы-

соким уровнем физической подготовки и интенсивно тренирующихся на холоде, представляющий повышенный интерес для специалистов в области охраны и укрепления здоровья человека.

Цель работы — изучение закономерностей функционирования сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных лыжников-гонщиков при подготовке к соревнованиям в контрастные по температуре сезоны года.

Методы

Исследовали в декабре 2017 года и в июле 2018-го (табл. 1.) одну и ту же группу из 16 мужчин (возраст $(30,0 \pm 6,7)$ года; длина тела $(177,0 \pm 3,1)$ см, масса тела зимой $(71,6 \pm 5,6)$ кг и летом $(70,9 \pm 5,2)$ кг; площадь поверхности тела (ППТ) зимой $(1,88 \pm 0,07)$ м² и летом $(1,87 \pm 0,06)$ м²), проживающих на Европейском Севере (62° с. ш.) в городе Сыктывкаре, в период подготовки к национальным соревнованиям (зимой гонки на лыжах, летом на лыжероллерах). Обследованные имели многолетний (от 7 до 17 лет) стаж занятий лыжными гонками (уровень спортивной квалификации — от кандидатов в мастера спорта до мастеров спорта международного класса). Режим и объем сезонных тренировок у спортсменов при подготовке к соревнованиям традиционно высок [7]. Так, за предшествующие три недели до исследований тренировочный режим по сезонам соответствовал шести тренировкам в неделю по два-три часа в день, с преодолением расстояния зимой на лыжах, а летом — бег на лыжероллерах или кроссы в среднем по 25–30 км за время тренировки. В день исследований жалоб на плохое самочувствие и объективных отклонений в здоровье у испытуемых не было. Инструментальные исследования сердечно-сосудистой системы проводили до приема пищи и тренировок, с 12 до 14 часов дня, в условиях кабинета функциональной диагностики при температуре в помещении зимой $(20,0 \pm 1,5)$ °С и относительной влажности воздуха 55 %, а летом при $(24,5 \pm 1,3)$ °С и 68 % соответственно.

Таблица 1

Показатели метеорологических условий воздушной среды в контрастные по температуре сезоны года

Параметр	Декабрь	Июль
Температура, °С	-7,8	23,8
Атмосферное давление, мм рт. ст.	755	752
Влажность, %	84	60

Примечание. Представленные данные являются средними значениями в исследуемые периоды.

Исследования проводили с соблюдением этических медико-биологических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества. Обследуемые предварительно были информированы о целях, задачах, методах проводимых исследований, о существующей возможности отказаться от дальнейшего участия на любом из эта-

пов работ. Свое добровольное согласие на участие в исследовании испытуемые подтверждали письменно.

Эхокардиографическое исследование испытуемых проводили в положении лежа на левом боку, после стабилизации ритма сердца, общепринятым методом [17] из парастернального и апикального доступа по короткой и длинной оси сердца кардиологическим датчиком 2–5 МГц с помощью ультразвукового сканера MyLab Class C ESAOTE (Италия). Методом эходоплеркардиографии (ЭхоКГ) в М и В режиме измеряли в миллиметрах (мм) морфометрические параметры сердца: конечно-диастолический размер левого желудочка (КДрЛЖ), конечно-систолический размер левого желудочка (КСрЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (ТМЖПд) и в систолу (ТМЖПс), толщину задней стенки левого желудочка в диастолу (ТЗСЛЖд) и в систолу (ТЗСЛЖс), диастолический размер полости правого желудочка (ДрПрЖ), толщину свободной стенки правого желудочка (ТПрЖ), передне-задний размер полости левого предсердия (дЛПр), продольный и поперечный размер правого предсердия (дПрПр), диаметр корня аорты в систолу (дАо), диаметр корня легочной артерии в систолу (дЛег). Линейную скорость кровотока в корне аорты (VАО), линейную скорость кровотока в корне легочной артерии (VЛег), трансмитральный кровоток раннего (VEm) и позднего (VAm) диастолического наполнения левого желудочка, транстрикуспидальный кровоток раннего (VЕТр) и позднего (VАтр) диастолического наполнения правого желудочка измеряли в режиме импульсного доплеровского исследования в м/с. Скорость регургитации на трикуспидальном клапане (VТр) и градиент давления регургитации на трикуспидальном клапане (РТр) измеряли в режиме постоянно-волнового доплеровского исследования в м/с и в мм рт. ст. соответственно, а время кровотока в корне легочной артерии (ТЛег) оценивали по доплеру в мс. Расчеты фракции выброса (ФВ), фракции укорочения левого желудочка (ФУЛЖ), укорочения толщины межжелудочковой перегородки (УтМЖП), укорочения толщины задней стенки левого желудочка (УтЗСЛЖ) производили в %, частоту сердечных сокращений (ЧСС), измеряемой в уд/мин, определяли с помощью программы, установленной в эхокардиографе. Ударный объем (УО) в мл, массу миокарда (ММ) в г, индекс массы миокарда (ИММ) — отношение ММ/ППТ в г/м², конечно-диастолический (КДОЛЖ) и конечно-систолический (КСОЛЖ) объемы левого желудочка, измеряемые в мл³, определяли с помощью программы, имеющейся в ультразвуковом сканере по формуле Тейхольца [17]. Дополнительно рассчитывали соотношение скоростей потоков — VEm/VAm и VЕТр/VАтр [15]. Относительную толщину задней стенки (ОТС) левого желудочка вычисляли по формуле: $(ТЗСЛЖд \times 2) / КДОЛЖ$ [20]. Минутный объем кровообращения (МОК) рассчитывали в л/мин по общеизвестной формуле [13]. Систолическое давление в легочной артерии определяли в мм рт. ст. путем суммирования значений градиента давления

регургитации на трикуспидальном клапане и градиента давления в полости правого предсердия, принятого за 5 мм рт. ст. для исследуемых, у которых не выявлено увеличения диаметра нижней полой вены и установлено инспираторное коллабирование одноименной вены более чем на 50 % [13].

Систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление измеряли в мм рт. ст. в ходе проведения эхокардиографического исследования с помощью полуавтоматического измерительного прибора OMRON-M1 Plus (Япония). Регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях [14] осуществляли после эхокардиографического обследования на аппарате FX-3010 FUKUDA DENSHI (Япония). Перед началом записи ЭКГ исследуемый находился в положении лежа на спине с наложенными электродами и с закрытыми глазами в течение пяти минут, после чего осуществлялась запись ЭКГ. Амплитудные и временные параметры ЭКГ определяли автоматически в милливольт (мV) и секундах (с) соответственно, а также согласно общепринятым рекомендациям верифицировали измерения методом ручного промера.

На следующем этапе исследования системы кровообращения, утром, натощак, через 14 часов после тренировки, у спортсменов в лабораторных условиях производили забор биоматериала (венозная кровь) и методом электрохемилюминисцентного иммуноанализа определяли в сыворотке крови испытуемых количество N-концевого фрагмента мозгового натрийуретического пептида (B-типа) – N-концевой пропептид (NT-proBNP) в пг/мл [11] на оборудовании Cobas 601 от производителя Roche Professional Diagnostics (Швейцария).

Статистический анализ проводили с помощью программы SPSS 17.0. Нормальность распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Так как некоторые данные не подчинялись закону нормального распределения, результаты описательной статистики представлены в виде медианы (Me), первого и третьего (Q1 и Q3) квартилей. Для статистического парного сравнения применяли непараметрический W-критерий Вилкоксона [9]. Различия считали достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

У обследованных спортсменов отмечена тенденция к снижению показателя ЧСС зимой: 55 (50; 60) уд/мин против 57 (51; 67) летом. Длительность интервала QRS в холодное время года относительно лета была больше и изменялась от 0,09 (0,09; 0,10) до 0,10 (0,09; 0,11) с ($p = 0,005$). Амплитуда зубца SV1, отражающая терминальный процесс деполяризации миокарда желудочков, была выше и варьировала от 0,70 (0,56; 0,89) до 0,84 (0,59; 1,07) мV с ($p = 0,036$). Системная гемодинамика зимой относительно лета характеризовалась меньшими значениями САД 114,0 (108,0; 120,5) против 124,0 (116,5; 127,5) мм

рт. ст. ($p = 0,001$) и ДАД 49,5 (46,0; 59,0) против 62,5 (54,5; 66,0) мм рт. ст. ($p = 0,001$).

В зимний сезон отмечены большие размеры полости левого сердца (табл. 2). Обнаружено, что в холодное время года увеличиваются скорости раннего кровенаполнения левого желудочка, транс-трикуспидального кровотока и время гемодинамики в корне легочной артерии (см. табл. 2). Установленные нами зимой значения морфометрических (ТМЖПд, ТЗСЛЖд, ММ, ИММ, ОТС, УтМЖП, УтЗСЛЖ) и функциональных (УО, VTr, PTr) параметров сердца, свидетельствующие об эксцентрической гипертрофии левого желудочка, о большем вкладе в глобальную сократимость левого желудочка свободной стенки миокарда, а также о повышенном ударном объеме и сниженной барьерной функции трикуспидального клапана, у данных спортсменов не изменились летом.

Таблица 2

Морфофункциональные параметры сердца у высококвалифицированных лыжников-гонщиков (n = 16) в контрастные (лето-зима) сезоны года, Me (Q1; Q3)

Параметр	Лето (июль)	Зима (декабрь)	p ¹
дЛПр	39,0 (38,2; 39,5)	39,4 (38,8; 41,1)	0,0340*
КДрЛЖ	54,5 (50,9; 56,0)	55,2 (53,8; 58,0)	0,0184*
КСрЛЖ	33,4 (30,9; 34,2)	35,6 (33,1; 37,1)	0,0280*
КДОЛЖ	144 (123; 154)	149 (140; 166)	0,0110*
КСОЛЖ	45,6 (37,6; 48,0)	53,2 (49,2; 58,3)	0,0131*
VEм	0,76 (0,69; 0,79)	0,85 (0,78; 0,93)	0,0012**
VETr	0,58 (0,52; 0,60)	0,64 (0,59; 0,72)	0,0012**
VATр	0,34 (0,32; 0,36)	0,40 (0,34; 0,45)	0,0059**
TLег	350 (338; 361)	370 (356; 391)	0,0125*

Примечание. ¹ – значимость различий определяли по W-критерию Вилкоксона, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$.

Зимой, в восстановительный период после тренировки, фоновое содержание в сыворотке крови испытуемых NT-proBNP было примерно в три раза ниже, чем летом: 8,5 (5,0; 21,0) против 27,0 (15,0; 39,5) пг/мл ($p = 0,024$).

Обсуждение результатов

Обнаруженные в нашем исследовании пониженное ДАД, эксцентрическая гипертрофия левого желудочка, относительно высокий МОК (за счет УО) у спортсменов-лыжников являются следствием приспособления организма к многолетним интенсивным физическим нагрузкам. Вместе с тем выявленная сезонная асимметрия в функционировании системы кровообращения характеризует чувствительность организма к природно-климатическим факторам [1, 6, 10]. В частности, установленные зимой относительно лета меньшие значения систоло-диастолического артериального давления и выраженная при этом направленность к урежению ЧСС могут свидетельствовать об усилении влияния вагуса на тонус резистивных сосудов и парасимпатического эффекта блуждающего нерва на сердце [8].

Имеющиеся данные литературы свидетельствуют, что обнаруженная нами сезонная асимметрия вегетативной регуляции системы кровообращения характерна и для мужчин с гипертрофией миокарда, вызванной артериальной гипертонией [4]. В годовом мониторинге участников проекта «Марс-500» было установлено, что период адаптации организма к холоду сопровождается понижением не только показателей системной гемодинамики и хронотропной функции сердца, но и температуры открытых участков тела [1]. При этом было замечено, что перемены атмосферного давления и относительной влажности воздуха могут повлиять на ЧСС и гемодинамику в обратном направлении.

Как видно, в характерных для зимы условиях температуры, влажности и давления атмосферы у северян повышается парасимпатический эффект в вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы. Предполагается, что в основе такой закономерности может лежать распространенный у млекопитающих механизм адаптации к неблагоприятным условиям окружающей среды, сохранившийся в ходе эволюции в организме человека в рудиментарной форме и проявляющийся в сезонной модификации синергизма вегетативной иннервации системы кровообращения.

Циклическое угнетение зимой жизнедеятельности организма, направленное на выживание вида, ярко выражено у некоторых животных. В это время у зимоспящих млекопитающих снижен обмен веществ, замедлены дыхание, ритм сердца, понижена температура тела. В наступлении такого состояния ведущая роль принадлежит температурному фактору окружающей среды [18]. По-видимому, у человека зимой усиление эффекта вагуса в регуляции сердечно-сосудистой системы является своего рода феноменом, характеризующим сложный для жизнедеятельности организма период адаптации. Сезонные различия ЭКГ, обнаруженные как в данной работе у элитных спортсменов-лыжников, так и в исследовании у северян, не занимающихся спортом [5], свидетельствуют о том, что на Севере при адаптации человека к холоду затрагивается процесс деполяризации миокарда.

Установленное зимой меньшее содержание в сыворотке крови NT-proBNP, по-видимому, тесно связано с сезонным изменением синергизма вегетативной регуляции системы кровообращения [11, 19]. При этом, судя по увеличению скорости кардиогемодинамики, полости левого желудочка, времени кровотока в легочной артерии, можно предположить не только увеличение венозного возврата к сердцу спортсмена, но и повышение объема циркулирующей крови, обусловленное относительно малым содержанием в крови натрийуретических пептидов [2, 11].

Вероятно, зимой у лыжников-гонщиков высокой квалификации, в отличие от мужчин, не занимающихся спортом, увеличение в покое кардиогемодинамики может свидетельствовать о большей преднагрузке на миокард, вызванной гиперволемией. Вместе с тем можно предположить, что пониженный зимой относительно лета фоновый уровень NT-proBNP

может оказывать и меньшее препятствие развитию гипертрофии и фиброза миокарда в ответ на гемодинамические нагрузки [2, 11, 21].

По-видимому, на Севере в холодное время года подготовка спортсменов-лыжников к соревнованиям сопровождается повышенными требованиями к организму, большим функциональным напряжением сердечно-сосудистой системы и меньшим кардиопротекторным эффектом натрийуретических пептидов.

Таким образом, для сердечно-сосудистой системы высококвалифицированных лыжников-гонщиков в периоды сезонной подготовки к соревнованиям характерны устойчивые приспособительные структурно-функциональные изменения. При адаптации к холоду повышается влияние вагуса на тонус резистивных сосудов, увеличивается кардиогемодинамика и снижается базальная секреторная функция миокарда в ответ на гемодинамические нагрузки.

Работа частично выполнена в рамках бюджетной темы по Программе фундаментальных научных исследований на 2013–2020 годы. № ГР АААА-А16-116040110021-7.

Авторство

Дерновой Б. Ф. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, подготовил первый вариант статьи, существенно ее переработал на предмет важного интеллектуального содержания; окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись; Прошева В. И. внесла существенный вклад в дизайн исследования; существенно переработала статью на предмет важного интеллектуального содержания; окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Дерновой Бронислав Федорович – ORCID 0000-0002-9864-7691; SPIN 7186-3710

Прошева Валентина Ивановна – ORCID 0000-0002-3360-7437; SPIN 8021-7010

Список литературы

1. Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера / отв. ред. Е. Р. Бойко. Сыктывкар: УрО РАН, 2012. 443 с.

2. Архипова Е. Н., Сильнова И. В., Басаргина Е. Н., Дворяковский И. В., Сугак А. Б., Маянский Н. А., Умарова М. К. Роль N-концевого фрагмента мозгового натрийуретического пептида в диагностике некомпактного миокарда у детей // Педиатрическая фармакология. 2012. Т. 9, № 5. С. 65–69.

3. Бойцов С. А., Лукьянов М. М., Концевая А. В., Деев А. Д., Балашова Ю. А., Капустина А. В., Кляшторный В. Г., Худяков М. Б. Особенности сезонной смертности населения от болезней системы кровообращения в зимний период в регионах Российской Федерации с различными климатогеографическими характеристиками // Рациональная фармакотерапия в кардиологии 2013. Т. 9, № 6. С. 627–632.

4. Бочаров М. И., Дерновой Б. Ф. Модификация структурно-функционального ответа сердца и системной гемодинамики на кардиоселективный β_1 -адреноблокатор у лиц с артериальной гипертонией при адаптации к холоду // Физиология человека. 2016. Т. 42, № 2. С. 71–82.

5. Варламова Н. Г., Бойко Е. Р. Годовой цикл электрокардиограммы у женщин Европейского Севера // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2018. № 1. С. 57–64.

6. Гудков А. Б., Попова О. Н., Скрипаль Б. А. Реакция системы внешнего дыхания на локальное охлаждение у молодых лиц трудоспособного возраста // Медицина труда и промышленная экология. 2009. № 4. С. 26–30.

7. Гудков А. Б., Дёмин А. В., Долгобородова А. А., Быков А. В. Характеристика постурального контроля у флорболисток национальной сборной России в соревновательном периоде // Теория и практика физической культуры. 2017. № 2. С. 23–26.

8. Дерягина Л. Е., Цыганок Т. В., Рувинова Л. Г., Гудков А. Б. Психофизиологические свойства личности и особенности регуляции сердечного ритма под влиянием трудовой деятельности // Медицинская техника. 2001. № 3. С. 40–44.

9. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. М.: Мир, 1980. 610 с.

10. Евдокимов В. Г., Рогачевская О. В., Варламова Н. Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 257 с.

11. Козлов И. А., Харламова И. Е. Натрийуретические пептиды: биохимия, физиология, клиническое значение // Общая реаниматология. 2009. Т. 5, № 1. С. 89–97.

12. Мироновская А. В., Бузинов Р. В., Гудков А. Б. Прогнозная оценка неотложной сердечно-сосудистой патологии у населения северной урбанизированной территории // Здоровоохранение Российской Федерации. 2011. № 5. С. 66–67.

13. Новиков В. И., Новикова Т. Н. Эхокардиография: Методика и количественная оценка. М.: МЕДпресс-информ, 2017. 96 с.

14. Орлов В. Н. Руководство по электрокардиографии. М.: Медицина, 1983. 528 с.

15. Райдинг Э. Эхокардиография. Практическое руководство. М.: МЕДпресс-информ., 2010. 280 с.

16. Чащин В. П., Сюрин С. А., Гудков А. Б., Попова О. Н., Воронин А. Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.

17. Шиллер Н., Осипов М. А. Клиническая эхокардиография. М., 1993. 347 с.

18. Egorov Y. V., Glukhov A. V., Efimov I. R., Rosenshtraukh L. V. Hypothermia-induced spatially discordant action potential duration alternans and arrhythmogenesis in non-hibernating versus hibernating mammals // Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2012. Vol. 303. P. H1035–H1046.

19. Johns M. S., Stephenson C. Amino-terminal pro-B-type natriuretic peptide testing in neonatal and pediatric patients // Am. J. Cardiol. 2008. Vol. 101. P. 76–81.

20. Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V., Afzal J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F. A., Foster E., Goldstein S. A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M. H., Rietzschel E. R., Rudski L., Spencer K. T., Tsang W., Voigt J.U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // J Am Soc Echocardiogr. 2015. Vol. 28, N 1. P. 1–39.

21. Levin E. R., Gardner D. G., Samson W. K. Natriuretic peptides // N Engl. J Med. 1998. Vol. 339. P. 321–328.

22. Mohammad M. A., Koul S., Rylance R., Fröbert O., Alfredsson J., Sahlén A., Witt N., Jernberg T., Muller J., Erlinge D. Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDHEART Nationwide Observational Study // JAMA Cardiol. 2018. Vol. 3. P. 1081–1089.

23. Sidorov P. I., Gudkov A. B., Tedder Yu. R. Physiologic aspects of optimization of expedition and shifted working schedules in Transpolar regions // Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya. 1996. Iss. 6. P. 4–7

References

1. *Adaptatsiya cheloveka k ekologicheskim i sotsialnim usloviyam Severa* [Human adaptation to the ecological and social conditions of the North] / ed. E. R. Boyko. Syktyvkar, Ural Branch of RAS Publ., 2012, 443 p.

2. Arkhipova E. N., Silnova I. V., Basargina E. N., Dvoryakovskij I. V., Sugak A. B., Mayanskij N. A., Umarova M. K. The role of the N-terminale fragment of the brain natriuretic peptide in the diagnosis of noncompact myocardium in children. *Pediatricheskaya farmakologiya* [Pediatric pharmacology]. 2012, 9 (5), pp. 65-69. [In Russian]

3. Boytsov S. A., Lukyanov M. M., Kontsevaia A. V., Deev A. D., Balashov Y. A., Kapustin A. V., G. Klyashtorny V., Khudyakov M. B. Features of seasonal mortality from diseases of the circulatory system in the winter in the regions of the Russian Federation with different climatogeographic characteristics. *Ratsionalnaya farmakoterapiya v kardiologii* [Rational pharmacotherapy in cardiology]. 2013, 9 (6), pp. 627-632. [In Russian]

4. Bocharov M. I., Dernovoy B. F. Modification of structural and systemic geodynamics to cardioselective β_1 -adrenoblocker in persons with arterial hypertension during adaptation to cold. *Fiziologiya cheloveka*. 2016, 42 (2), pp. 71-82. [in Russian]

5. Varlamova N. G., Boyko E. R. Annual electrocardiogram cycle in women of European North. *Vestnik obrazovaniya i razvitiya nauki Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk* [Herald of education and science development of Russian Academy of Natural Sciences]. 2018, 1, pp. 57-64. [In Russian]

6. Gudkov A. B., Popova O. N., Skripal B. A. External respiration system reaction to local cooling of skin of young able-bodied persons. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2009, 4, pp. 26-30. [In Russian]

7. Gudkov A. B., Demin A. V., Dolgoborodova A. A., Bykov A. V. Russian women's national floorball team in regular season: postural control rating study. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical culture]. 2017, 2, pp. 23-26. [In Russian]

8. Deryagina L. E., Tsyganok T. V., Ruvinoval L. G., Gudkov A. B. Psychophysiological traits of personality and the specific features of heart rhythm regulation under the influence of occupational activities. *Meditsinskaya Tekhnika*. 2001, 3, pp. 40-4. [In Russian]

9. Dzhonson N., Lion F. *Statistika i planirovanie ehksperimenta v tekhnike i nauke. Metody obrabotki dannykh* [Statistics and experiment planning in engineering and science. Methods of data processing]. Moscow, 1980, 610 p.

10. Evdokimov V. G., Rogachevskaya O. V., Varlamova N. G. *Moduliruyushchee vliyaniye faktorov Severa na kardiorespiratornyuyu sistemu cheloveka v ontogeneze* [Simulative effect of northern factors on human cardiorespiratory system in ontogenesis]. Yekaterinburg, Ural Branch of RAS Publ., 2007, 257 p.

11. Kozlov I. A., Kharlamova I. E. Natriuretic peptides: biochemistry, physiology, clinical significance. *Obshhaya reanimatologiya* [General resuscitation]. 2009, 5 (1), pp. 89-97. [In Russian]
12. Mironovskaya A. V., Buzinov R. V., Gudkov A. B. Prognostic evaluation of urgent cardiovascular disease in the population of a northern urbanized area. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Public Health of the Russian Federation]. 2011, 5, pp. 66-67. [In Russian]
13. Novikov V. I., Novikova T. N. *Ekhokardiografiya: Metodika i kolichestvennaya otsenka* [Echocardiography: methodology and quantitative assessment]. Moscow, MEDpress-inform, 2017, 96 p.
14. Orlov V. N. *Rukovodstvo po ehlektrokardiografii* [Manual on Electrocardiography]. Moscow; Meditsina Publ., 1983, 528 p.
15. Rajding E. H. *Ekhokardiografiya. Prakticheskoe rukovodstvo* [Echocardiography. Practical guide]. Moscow, MEDpress-inform, 2010, 280 p.
16. Chashchin V. P., Sjurin S. A., Gudkov A. B., Popova O. N., Voronin A. Ju. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2014, 9, pp. 20-26. [In Russian]
17. Shiller N., Osipov M. A. *Klinicheskaya ehkhokardiografiya* [Clinical echocardiography]. Moscow, 1993, 347 p.
18. Egorov Y. V., Glukhov A. V., Efimov I. R., Rosenshtraukh L. V. Hypothermia-induced spatially discordant action potential duration alternans and arrhythmogenesis in non-hibernating versus hibernating mammals. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2012, 303, pp. H1035-H1046.
19. Johns M. S., Stephenson C. Amino-terminal pro-B-type natriuretic peptide testing in neonatal and pediatric patients. *Am. J. Cardiol*. 2008, 101, pp. 76-81.
20. Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F. A., Foster E., Goldstein S. A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M. H., Rietzschel E. R., Rudski L., Spencer K. T., Tsang W., Voigt J. U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015, 28 (1), pp. 1-39.
21. Levin E. R., Gardner D. G., Samson W. K. Natriuretic peptides. *N Engl. J Med*. 1998, 339, pp. 321-328.
22. Mohammad M. A., Koul S., Rylance R., Fröbert O., Alfredsson J., Sahlén A., Witt N., Jernberg T., Muller J., Erlinge D. Association of Weather With Day-to-Day Incidence of Myocardial Infarction: A SWEDHEART Nationwide Observational Study. *JAMA Cardiol*. 2018, 3, pp. 1081-1089.
23. Sidorov P. I., Gudkov A. B., Tedder Yu. R. Physiologic aspects of optimization of expedition and shifted working schedules in Transpolar regions. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 1996, 6, pp. 4-7.

Контактная информация:

Дерновой Бронислав Федорович – кандидат медицинских наук, заведующий, врач отделения функциональной диагностики госпиталя ФКУЗ «Медико-санитарная часть МВД Российской Федерации по Республике Коми»

Адрес: 167011, г. Сыктывкар, ул. Кутузова, д. 9

E-mail: dernowoy@yandex.ru