

УДК [612.1/2-057.36:613.13](98)

doi 10.17238/issn2308-3174.2015.4.13

ГУДКОВ Андрей Борисович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета, главный научный сотрудник института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор более 500 научных публикаций, в т. ч. 14 монографий

ЕРМОЛИН Сергей Петрович, кандидат медицинских наук, подполковник медицинской службы, войсковая часть № 2057. Автор 5 научных публикаций

ПОПОВА Ольга Николаевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета, старший научный сотрудник Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 136 научных публикаций, в т. ч. 6 монографий

НЕБУЧЕННЫХ Анатолий Александрович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета. Автор 36 научных публикаций

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В АРКТИКЕ В КОНТРАСТНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА¹

В настоящее время Арктика – объект геостратегических интересов многих стран мира. Уникальные природные богатства, географическое расположение Арктической зоны Российской Федерации играют ключевую роль в национальной экономике и обеспечении обороноспособности страны, что требует наличия здесь сил и средств вооруженных формирований. Целью исследования стало выявление особенностей функциональных резервов кардиореспираторной системы у военнослужащих, дислоцированных в Арктике, в периоды полярной ночи и полярного дня. В самой северной точке территории РФ (о. Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа, 20°04' с. ш., 47°05' в. д.) в ноябре-декабре (полярная ночь) и в июле-августе (полярный день) обследованы одни и те же 20 военнослужащих в возрасте 28,9±5,02 лет. У обследуемых проводились спирометрия, термометрия, функциональные пробы с задержкой дыхания, вычислялись некоторые расчетные показатели. Статистический анализ осуществлялся с помощью программы SPSS 13.0. Установлено, что в период полярной ночи резервы кардиореспираторной системы снижаются. Так, результаты пробы Генча оценивались неудовлетворительно и были статистически зна-

¹Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова при поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение №14.594.21.0004, уникальный идентификатор работ RFMEFI59414X0004).

чимо ниже по сравнению с полученными в период полярного дня ($p = 0,004$). Анализ индекса Богомазова показал удовлетворительное состояние резервных возможностей кардиореспираторной системы в период полярной ночи лишь у 30 % (95 % ДИ: 9,9–50,1) военнослужащих, их пограничное состояние – у 65 % (95 % ДИ: 44,1–85,9) и неудовлетворительное – у 5 % (95 % ДИ: 4,5–14,5). В период полярного дня резервы кардиореспираторной системы военнослужащих характеризовались как удовлетворительные у 45 % (95 % ДИ: 23,1–66,8), находились в пограничном состоянии у 45 % (95 % ДИ: 23,1–66,8) и в неудовлетворительном – у 10 % (95 % ДИ: 3,1–23,1). При оценке коэффициента Хильдебранта установлено напряжение компенсаторно-приспособительных реакций кардиореспираторной системы. Показатели аксиллярной и сублингвальной температуры у военнослужащих в период полярной ночи были значимо выше по сравнению с показателями в период полярного дня ($p = 0,01$ и $0,03$ соответственно).

Ключевые слова: Арктика, военнослужащие, полярный день, полярная ночь, резервы кардиореспираторной системы.

На современном этапе Арктический регион становится одним из центров пересечения геостратегических интересов многих стран и выстраивания новой системы обеспечения глобальной и региональной безопасности России. В период до 2020 года планируется завершить создание и развертывание сбалансированных по задачам и боевым возможностям группировок сил Северного флота, способных в прилегающих океанских и морских зонах совместно с другими видами Вооруженных сил Российской Федерации, войсками, воинскими формированиями и органами выполнять задачи по защите государственных интересов и безопасности Российской Федерации в Северном Ледовитом океане².

Арктические территории характеризуются особым комплексом неблагоприятных, с элементами выраженной экстремальности, природно-климатических факторов как неспецифических, которые могут встречаться и в других регионах Земли (холод, высокая относительная и низкая абсолютная влажность воздуха, тяжелый аэродинамический режим), так и специфических, характерных только для высоких широт (резкие колебания

атмосферного давления, факторы электромагнитной природы и световая апероидичность в виде полярного дня и полярной ночи).

В настоящее время известны результаты исследований, которые были направлены на изучение фундаментальных механизмов адаптации человека к условиям Крайнего Севера [1–6], особенностей физиологических реакций организма рабочих при различных типах вахтовой организации труда в Заполярье [7–11], а также моряков при плавании в высоких широтах [12, 13].

Кроме того, имеются работы, посвященные изучению особенностей адаптивных реакций организма у военнослужащих по призыву в начальный период службы на Европейском Севере [14–17] и сезонным изменениям, происходящим в организме человека в периоды полярного дня и полярной ночи, в условиях Крайнего Севера [18, 19].

Известно, что существенным фактором формирования текущего функционального состояния организма человека и его резервных возможностей является характер компенсаторно-приспособительных реакций кардиореспираторной системы к различным кли-

²«Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» утверждены Президентом РФ 18 сентября 2008 г. № Пр-1969.

мато-географическим и сезонным условиям [20–23], что и побудило провести настоящее исследование.

Цель работы – выявить особенности функциональных резервов кардиореспираторной системы организма военнослужащих в условиях Арктической зоны Российской Федерации в периоды полярной ночи и полярного дня.

Материалы и методы. Исследование функционального состояния организма военнослужащих было проведено в полевых условиях у практически здоровых лиц, проходящих военную службу на о. Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа (80°04' с. ш., 47°05' в. д.) – самой северной точке территории Российской Федерации, в условиях которой проживают и выполняют служебные задачи военнослужащие. Отбор осуществлялся в соответствии с критериями ВОЗ: здоровым считается индивидуум, не имеющий хронических заболеваний как зарегистрированных в медицинских документах, так и в анамнезе, освобождения от исполнения служебных обязанностей по острому заболеванию и не предъявляющий жалоб в день обследования. Помимо этого, при объективном обследовании в военно-медицинском пункте пограничной заставы у военнослужащих не обнаружена скрытая сердечно-легочная патология.

Обследовались одни и те же лица в ноябре-декабре (период полярной ночи) и в июле-августе (период полярного дня). Всего обследовано 20 чел. в возрасте $28,9 \pm 5,02$ лет.

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

В период полярной ночи метеорологические условия характеризовались следующими

параметрами: температура воздуха составляла $27 \pm 2,1$ °С, относительная влажность воздуха – $84,6 \pm 7,3$ %, атмосферное давление – $743 \pm 7,3$ мм рт. ст. В период полярного дня температура воздуха составляла $+1 \pm 1,5$ °С, относительная влажность воздуха была $72,4 \pm 7,3$ %, атмосферное давление – $759 \pm 8,6$ мм рт. ст.

У военнослужащих измерялись длина и масса тела, величина артериального давления (АД по Н.С. Короткову) и частота сердечных сокращений (ЧСС пальпаторно), осуществлялись термометрия (электротермометр ТПЭМ-1) и спирометрия при помощи спирографа микропроцессорного портативного (СМП–2/01), проводились функциональные пробы, вычислялись некоторые расчетные показатели.

Среди функциональных проб, позволяющих оценить состояние кардиореспираторной системы, особое место занимают пробы с задержкой дыхания, поскольку они указывают на устойчивость организма к гипоксии и гиперкапнии, а значит, и на кислородный резерв в организме [24].

В проведенных исследованиях применялись пробы Генча и Штанге, которые обладают методической простотой и доступны в полевых условиях. Проба Штанге оценивалась по следующим критериям: менее 39 с – неудовлетворительно, от 40 до 49 с – удовлетворительно, свыше 50 с – хорошо, а проба Генча: менее 34 с – неудовлетворительно, от 35 до 39 с – удовлетворительно, свыше 40 с – хорошо [25].

Для оценки функционального состояния кардиореспираторной системы рассчитывался индекс Богомазова (ИБ) по формуле [26]: $ИБ = (t \text{ Штанге} (с) + t \text{ Генча} (с)) \times 90 / 100$ (баллы),

где t Штанге, t Генча – время задержки дыхания на вдохе и на выдохе соответственно, с.

Рассчитанные по формуле значения, характеризующие определенный уровень ре-

УРОВНИ РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ ПО ДАННЫМ ИБ

Показатель	Неудовлетворительное состояние резервных возможностей кардиореспираторной системы	Пограничное состояние резервных возможностей кардиореспираторной системы	Удовлетворительное состояние резервных возможностей кардиореспираторной системы
Балл	≤ 49 – 56	57–95	96... ≥ 121
Степ	1, 2	3-5	6-10

резервных возможностей кардиореспираторной системы, переводились в нормально распределенные показатели – стеноны – и оценивались в соответствии с критериями (табл. 1).

Также рассчитывался индекс респираторной адаптации (ИРА), который позволил оценить компенсаторные возможности организма военнослужащих в зависимости от продолжительности задержки дыхания, полученной при проведении пробы Штанге:

$$\text{ИРА} = \text{ЖЕЛ} \times t/\text{МТ} \times \text{ЧСС},$$

где ЖЕЛ – жизненная емкость легких, мл; t – время задержки дыхания при пробе Штанге, с; МТ – масса тела, кг; ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин. При значении ИРА более 25 компенсаторные возможности организма оцениваются как удовлетворительные, менее 25 – неудовлетворительные [25].

На основании изменений частоты дыхания и сердечных сокращений рассчитывался коэффициент Хильдебранда (КХ), отражающий взаимосвязь дыхательной и сердечно-сосудистой систем [27]:

$$Q = \text{ЧСС}/\text{ЧД},$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин; ЧД – частота дыхания, кол./мин.

Резкое увеличение Q указывает на перенапряжение сердечно-сосудистой системы, тогда как его снижение свидетельствует о процессах декомпенсации в дыхательной системе.

О ходе адаптационных реакций и об уровне метаболизма в организме человека можно судить по изменениям показателей термо-

регуляции в динамике. В настоящем исследовании определялись температура тела в подмышечной впадине и сублингавальная температура.

Анализ полученных результатов исследования проводился с помощью статистического пакета SPSS 13.0. В связи с малым размером выборки (20 чел.) было принято считать распределение данных отличающимся от нормального [28]. Результаты обработки данных представлялись в виде медианы (Md), первого (Q_1) и третьего квартилей (Q_3). Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0,05.

Результаты и обсуждение. Анализ полученных результатов показал наличие статистически значимых изменений функциональных резервов кардиореспираторной системы военнослужащих в контрастных сезонах года в условиях Арктики (табл. 2).

Продолжительность пробы Генча в период полярной ночи была статистически значимо ниже таковой в период полярного дня ($p < 0,001$), что, по всей видимости, обусловлено недостаточной устойчивостью к гипоксии, неэкономичностью функционирования кардиореспираторной системы в период полярной ночи. Исходя из того, что задержка дыхания на выдохе менее 34 с оценивается как неудовлетворительная, в проведенном исследовании у военнослужащих проба Генча в период полярной ночи оценивалась как неудовлетворительная, а в период полярного дня – как удовлетворительная.

Таблица 2

**ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ, МД (Q₁; Q₃)**

Показатель	Период обследования		Значимость различий (p)
	Полярная ночь	Полярный день	
Проба Генча, с	20 (20; 35)	33,5 (24,5; 39,8)	< 0,001
ИРА	79,7 (55,9; 130,4)	58,2 (44,3; 112,3)	0,004
КХ	5,7 (4,7; 6,0)	5,0 (4,0; 6,0)	0,171

Примечание: p – различия между показателями периода полярной ночи и полярного дня.

Величина ИРА в период полярной ночи статистически значимо превышала данный показатель, полученный у военнослужащих в период полярного дня (p = 0,004). В обоих случаях ИРА превышал 25 баллов, что можно расценить как удовлетворительный уровень респираторной адаптации у военнослужащих в контрастные сезоны года в Арктике.

Известно, что в состоянии покоя в норме величина КХ составляет 2,8–4,9 ед., что сви-

щих военную службу в условиях Арктики как в период полярной ночи, так и в период полярного дня.

Для оценки функционального состояния кардиореспираторной системы рассчитан также индекс Богомазова (табл. 3).

Анализ полученных результатов показал, что удовлетворительное состояние резервных возможностей кардиореспираторной системы в период полярной ночи наблюдается лишь

Таблица 3

**УРОВНИ РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ ПО ВЕЛИЧИНЕ ИБ, % ЧЕЛ. (95 % ДИ)**

Состояние резервных возможностей	Период обследования	
	Полярная ночь	Полярный день
Удовлетворительное	30 (9,9–50,1)	45 (23,1–66,8)*
Пограничное	65 (44,1–85,9)	45 (23,1–66,8)*
Неудовлетворительное	5 (4,5–14,5)	10 (3,1–23,1)

Примечание: * – различия значимы между показателями в период полярной ночи и полярного дня.

детельствует о нормальных межсистемных взаимоотношениях. Поэтому полученное в настоящем исследовании соотношение частоты сердечных сокращений и частоты дыхания указывает на напряжение компенсаторно-приспособительных реакций, некоторое рассогласование в кардиореспираторных взаимоотношениях у военнослужащих, проходя-

у каждого третьего военнослужащего, а 70 % военнослужащих имеют пограничное и неудовлетворительное состояние. В период же полярного дня уже почти половина военнослужащих имеет удовлетворительное состояние резервных возможностей за счет уменьшения доли пограничного и неудовлетворительного состояния.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕРМОМЕТРИИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ
В ПЕРИОД ПОЛЯРНОЙ НОЧИ И ПОЛЯРНОГО ДНЯ, МД (Q₁; Q₃)**

Показатель	Период обследования		Значимость различий (p)
	Полярная ночь	Полярный день	
Аксиллярная температура, °С	36,3 (36,2; 36,7)	35,6 (36,0; 36,3)	0,01
Сублингвальная температура, °С	36,7 (36,4; 36,9)	36,5 (36,3; 36,6)	0,03

Примечание: p – различия между показателями периода полярной ночи и полярного дня; n = 20.

Для оценки адаптационных реакций и уровня метаболизма военнослужащих проведена аксиллярная и сублингвальная термометрия в контрастные сезоны года (табл. 4).

Анализ полученных результатов показал, что как аксиллярная, так и сублингвальная температура у военнослужащих в период полярной ночи была статистически значимо выше по сравнению с аналогичными показателями в период полярного дня (p = 0,01 и 0,03 соответственно).

Данный факт, по всей вероятности, обусловлен интенсификацией обменных процессов организма в период полярной ночи, направленных на поддержание энергетического

и температурного гомеостаза в холодное время года. При этом привлекает внимание то, что температура «ядра» изменяется менее существенно, чем температура «периферии».

Заключение. Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что совокупность экстремальных климатографических условий и особенностей служебно-боевой деятельности военнослужащих, дислоцированных в Арктике, вызывает напряжение функциональных систем организма, приводит к некоторому рассогласованию в кардиореспираторных взаимоотношениях и уменьшению резервов кардиореспираторной системы в период полярной ночи по сравнению с полярным днем.

Список литературы

1. Неверова Н.П. Состояние вегетативных функций здоровых людей в условиях Крайнего Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 1972.
2. Казначеев В.П., Куликов В.Ю. Синдром полярного напряжения и некоторые вопросы экологии человека в высоких широтах // Вестн. АН СССР. 1980. № 1. С. 74–82.
3. Агаджанян Н.А., Ермакова Н.В. Экологический портрет человека на Севере. М., 1997. 208 с.
4. Карпин В.А., Гудков А.Б., Катюхин В.Н., Зуевская Т.В., Игнатов М.К., Мусатова Н.В. Мониторинг заболеваемости коренного населения ханты-мансийского автономного округа // Экология человека. 2003. № 3. С. 3–5.
5. Величковский Б.Т. Причины и механизмы низкого коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере // Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра СО РАМН. 2013. № 2-2. С. 97–101.
6. Хаснулин В.И., Артамонова В.Г., Хаснулина А.В., Павлов А.Н. Адаптивные типы мобилизации приспособительных резервов организма и устойчивость к артериальной гипертензии на Севере // Экология человека. 2014. № 7. С. 24–29.
7. Гудков А.Б. Физиологическая характеристика нетрадиционных режимов организации труда в Заполярье: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск. 1996. 32 с.

8. Собакин А.К. Работоспособность вахтового персонала газовых промыслов в экстремальных экологических условиях Севера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2004. 17 с.
9. Симонова Н.Н. Психология вахтового труда на Севере: моногр. Архангельск, 2010. 359 с.
10. Фатеева Н.М., Колпаков В.В. Адаптация человека к условиям Крайнего Севера: влияние экспедиционно-вахтового труда на биоритмы гемостаза, перекисное окисление липидов и антиоксидантную систему: моногр. Тюмень; Шадринск, 2011. 258 с.
11. Сарычев А.С. Характеристика адаптивных реакций организма вахтовых рабочих в условиях Заполярья: дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 2012. 301 с.
12. Лупачёв В.В. Донозологические механизмы и особенности формирования заболеваемости плавсостава Северного бассейна в период длительных рейсов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 1999. 38 с.
13. Щербина Ф.А. Особенности формирования защитно-приспособительных реакций организма моряков рыбопромыслового флота в транширотных рейсах различной продолжительности: дис. ... д-ра биол. наук. Архангельск, 2008. 259 с.
14. Иванов В.Д. Физиологические реакции сердечно-сосудистой системы у военнослужащих учебного центра Военно-морского флота в условиях Европейского Севера: дис. ... канд. мед. наук. Архангельск, 2006. 153 с.
15. Небученных А.А. Состояние кардиореспираторной системы у военнослужащих по призыву в начальный период службы на Европейском Севере: дис. ... канд. мед. наук. Архангельск, 2006. 126 с.
16. Гудков А.Б., Небученных А.А., Попова О.Н. Показатели деятельности сердечно-сосудистой системы у военнослужащих учебного центра военно-морского флота России в условиях Европейского Севера // Экология человека. 2008. № 1. С. 39–43.
17. Гудков А.Б., Мосягин И.Г., Иванов В.Д. Характеристика фазовой структуры сердечного цикла у новобранцев учебного центра ВМФ на Севере // Воен.-мед. журн. 2014. Т. 335, № 2. С. 58–59.
18. Кононов А.С. Внешнее дыхание и энергетический обмен в процессе акклиматизации человека на Крайнем Севере: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Петрозаводск, 1972. 22 с.
19. Щербина Ю.Ф. Физиологическая характеристика сезонных реакций дыхательной системы у лиц юношеского возраста в условиях Кольского Заполярья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2013. 17 с.
20. Шишкин Г.С., Устюжанинова Н.В. Функциональные состояния внешнего дыхания здорового человека. Новосибирск, 2012. 329 с.
21. Пушкина В.Н., Грибанов А.В. Сезонные изменения взаимоотношений показателей кардиореспираторной системы у юношей в условиях циркумполярного региона // Экология человека. 2012. № 9. С. 26–32.
22. Грибанов А.В., Джос Ю.С. О стратегических направлениях медико-биологических исследований // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2013. № 1. С. 10–18.
23. Ким Л.Б. Транспорт кислорода при адаптации человека к условиям Арктики и кардиореспираторной патологии. Новосибирск, 2015. 216 с.
24. Иржак Л.И. Потребление кислорода и энергетические затраты, связанные с применением проб Генчи и Штанге // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2002. Т. 88, № 7. С. 935–938.
25. Мызников И.Л., Глико Л.И., Паюсов Ю.А., Шагалова Л.Н., Решетнев В.Г. Методика контроля за функциональным состоянием моряков. Диагностические индексы и физиологические нагрузочные тесты. Мурманск, 2008. 127 с.
26. Загрядский В.П., Сулимо-Самуйло З.К. Методы исследования в физиологии военного труда. Л., 1991. 110 с.
27. Issel I., Bräner D., Wolburg I., Kuchler G. Untersuchungen über die Reproduzierbarkeit des Puls-Atem-Quotient // Zschr. Gesam. Hyg., 1971. Bd. 17, № 5. S. 332–337.
28. Chang Y.H. Biostatistic 101: Data Presentation // Singapore Med. J. 2003. № 6. P. 280–285.

References

1. Neverova N.P. *Sostoyanie vegetativnykh funktsiy zdorovykh lyudey v usloviyakh Kraynego Severa*: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk [The Status of Autonomic Functions of Healthy People in the Far North: Dr. Med.Sci. Diss.]. Novosibirsk, 1972.

2. Kaznacheev V.P., Kulikov V.Yu. Sindrom polyarnogo napryazheniya i nekotorye voprosy ekologii cheloveka v vysokikh shirotakh [Polar Stress Syndrome and Some Aspects of Human Ecology in High Latitudes]. *Vestnik AN SSSR*, 1980, no. 1, pp. 74–82.
3. Agadzhanyan N.A., Ermakova N.V. *Ekologicheskiy portret cheloveka na Severe* [Ecological Portrait of Man in the North]. Moscow, 1997. 208 p.
4. Karpin V.A., Gudkov A.B., Katyukhin V.N., Zuevskaya T.V., Ignatov M.K., Musatova N.V. Monitoring zabolevaemosti korennoho naseleniya khanty-mansiyskogo avtonomnogo okruga [Monitoring of Morbidity Among the Indigenous Population of the Khanty-Mansi Autonomous Area]. *Ekologiya cheloveka*, 2003, no. 3, pp. 3–5.
5. Velichkovskiy B.T. Prichiny i mekhanizmy nizkogo koeffitsienta ispol'zovaniya kisloroda v legkikh cheloveka na Kraynem Severe [Low Coefficient Causes and Mechanisms of Using Oxygen in Human Lungs in the Far North]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra SO RAMN*, 2013, no. 2-2, pp. 97–101.
6. Khasnulin V.I., Artamonova V.G., Khasnulina A.V., Pavlov A.N. Adaptivnye tipy mobilizatsii prisposobitel'nykh rezervov organizma i ustoychivost' k arterial'noy gipertenzii na Severe [Adaptive Types of Mobilization of Body Adaptive Reserves and Resistance to Hypertension in the North]. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 7, pp. 24–29.
7. Gudkov A.B. *Fiziologicheskaya kharakteristika netraditsionnykh rezhimov organizatsii truda v Zapolyar'e*: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk [Physiological Characteristics of Nontraditional Methods of Labour Management in the Arctic: Dr. Med. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk. 1996. 32 p.
8. Sobakin A.K. *Rabotosposobnost' vakhtovogo personala gazovykh promyslov v ekstremal'nykh ekologicheskikh usloviyakh Severa*: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Working Capacity of Rotational Gas Field Personnel Under Extreme Environmental Conditions of the North: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Novosibirsk, 2004. 17 p.
9. Simonova N.N. *Psikhologiya vakhtovogo truda na Severe* [Psychology of Rotational Work in the North]. Arkhangelsk, 2010. 359 p.
10. Fateeva N.M., Kolpakov V.V. *Adaptatsiya cheloveka k usloviyam Kraynego Severa: vliyanie ekspeditsionno-vakhtovogo truda na bioritmy gemostaza, perekisnoe okislenie lipidov i antioksidantnuyu sistemu* [Human Adaptation to the Conditions of the Far North: The Impact of Rotational Shift Work in the Arctic on Haemostatic Biorhythms, Lipid Peroxidation and Antioxidant System]. Tyumen, Shadrinsk, 2011. 258 p.
11. Sarychev A.S. *Kharakteristika adaptivnykh reaktsiy organizma vakhtovykh rabochikh v usloviyakh Zapolyar'ya*: dis. ... d-ra med. nauk [Description of Adaptive Reactions of Rotational Workers in the Arctic: Dr. Med. Sci. Diss.]. Arkhangelsk, 2012. 301 p.
12. Lupachev V.V. *Donozologicheskie mekhanizmy i osobennosti formirovaniya zabolevaemosti plavsostava Severnogo basseyna v period dlitel'nykh reysov*: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk [Prenosological Mechanisms and Peculiarities of Morbidity Among the Crews Working in the Northern Basin During Long Voyages: Dr. Med. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 1999. 38 p.
13. Shcherbina F.A. *Osobennosti formirovaniya zashchitno-prisposobitel'nykh reaktsiy organizma moryakov rybopromyslovogo flota v transshirotnykh reysakh razlichnoy prodolzhitel'nosti*: dis. ... d-ra biol. nauk [Formation of Protective and Adaptive Reactions in Fishing Fleet Seamen During Cross-Latitude Voyages of Varying Length: Dr. Biol. Sci. Diss.]. Arkhangelsk, 2008. 259 p.
14. Ivanov V.D. *Fiziologicheskie reaktsii serdechno-sosudistoy sistemy u voennosluzhashchikh uchebnogo tsentra Voенно-morskogo flota v usloviyakh Evropeyskogo Severa*: dis. ... kand. med. nauk [Physiological Reactions of the Cardiovascular System in Military Men of the Navy Training Centre in the European North: Cand. Med. Sci. Diss.]. Arkhangelsk, 2006. 153 p.
15. Nebuchennykh A.A. *Sostoyanie kardiorespiratornoy sistemy u voennosluzhashchikh po prizyvu v nachal'nyy period sluzhby na Evropeyskom Severe*: dis. ... kand. med. nauk [The Status of the Cardiorespiratory System of Conscripts in the Beginning of Their Service in the European North: Cand. Med. Sci. Diss.]. Arkhangelsk, 2006. 126 p.
16. Gudkov A.B., Nebuchennykh A.A., Popova O.N. *Pokazateli deyatelnosti serdechno-sosudistoy sistemy u voennosluzhashchikh uchebnogo tsentra voенно-morskogo flota Rossii v usloviyakh Evropeyskogo Severa* [Indices of Cardiovascular System Activity in Military Men from Russian Navy Training Center in Conditions of European North]. *Ekologiya cheloveka*, 2008, no.1, pp. 39–43.
17. Gudkov A.B., Mosyagin I.G., Ivanov V.D. *Kharakteristika fazovoy struktury serdechnogo tsikla u novobrantsev uchebnogo tsentra VMF na Severe* [Characteristics of the Cardiac Cycle Phase Structure in Recruits of the Navy Training Centre in the North]. *Voенно-meditsinskiy zhurnal*, 2014, vol. 335, no. 2, pp. 58–59.

18. Kononov A.S. *Vneshnee dykhanie i energeticheskiy obmen v protsesse akklimatizatsii cheloveka na Kraynem Severe*: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [External Respiration and Energy Metabolism During Human Acclimatization in the Far North: Cand. Med. Sci. Diss. Abs.]. Petrozavodsk, 1972. 22 p.
19. Shcherbina Yu.F. *Fiziologicheskaya kharakteristika sezonnykh reaktsiy dykhatel'noy sistemy u lits yunosheskogo vozrasta v usloviyakh Kol'skogo Zapolyar'ya*: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Physiological Characteristics of Seasonal Respiratory System Reactions in Preadults Living on the Kola Peninsula: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2013. 17 p.
20. Shishkin G.S., Ustyuzhaninova N.V. *Funktional'nye sostoyaniya vneshnego dykhaniya zdorovogo cheloveka* [Functional States of External Respiration in a Healthy Person]. Novosibirsk, 2012. 329 p.
21. Pushkina V.N., Griбанov A.V. Sezonnye izmeneniya vzaimootnosheniy pokazateley kardiorespiratornoy sistemy u yunoshey v usloviyakh tsirkumpolyarnogo regiona [Seasonal Changes of Interrelations Between Cardiorespiratory System Characteristics of Youths in Conditions of Circumpolar Region]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 9, pp. 26–32.
22. Griбанov A.V., Dzhos Yu.S. O strategicheskikh napravleniyakh mediko-biologicheskikh issledovaniy [Strategic Areas of Medical and Biological Research]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskije nauki*, 2013, no. 1, pp. 10–18.
23. Kim L.B. *Transport kisloroda pri adaptatsii cheloveka k usloviyam Arktiki i kardiorespiratornoy patologii* [Oxygen Transport at Human Adaptation to the Arctic and Cardiorespiratory Disease]. Novosibirsk, 2015. 216 p.
24. Irzhak L.I. Potreblenie kisloroda i energeticheskie zatraty, svyazannye s primeneniem prob Genchi i Shtange [Oxygen Consumption and Energy Cost Associated with Timed Inspiratory and Expiratory Capacity Tests]. *Rossiyskiy fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2002, vol. 88, no. 7, pp. 935–938.
25. Myznikov I.L., Gliko L.I., Payusov Yu.A., Shagalova L.N., Reshetnev V.G. *Metodika kontrolya za funktsional'nym sostoyaniem moryakov. Diagnosticheskie indeksy i fiziologicheskije nagruzochnye testy* [Methods of Monitoring the Functional State of Seamen. Diagnostic Indices and Physiological Stress Tests]. Murmansk, 2008. 127 p.
26. Zagryadskiy V.P., Sulimo-Samuylo Z.K. *Metody issledovaniya v fiziologii voennogo truda* [Methods of Research into the Physiology of Military Work]. Leningrad, 1991. 110 p.
27. Issel I., Bräner D., Wolburg I., Kuchler G. Untersuchungen über die Reproduzierbarkeit des Puls-Atem-Quotient. *Zschr. Gesam. Hyg.*, 1971, vol. 17, no. 5, pp. 332–337.
28. Chang Y.H. Biostatistic 101: Data Presentation. *Singapore Med. J.*, 2003, no. 6, pp. 280–285.

doi 10.17238/issn2308-3174.2015.4.13

Gudkov Andrey Borisovich

Northern State Medical University; Institute of Medical and Biological Research, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Ermolin Sergey Petrovich

Military Unit No. 2057

Popova Olga Nikolaevna

Northern State Medical University; Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Nebuchennykh Anatoly Aleksandrovich

Northern State Medical University (Arkhangelsk, Russia)

CHARACTERISTICS OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM'S FUNCTIONAL RESERVES IN MILITARY MEN IN THE ARCTIC DURING DIFFERENT SEASONS OF THE YEAR

It is generally known that the Arctic is an object of geostrategic interests of many countries. The unique natural resources and geographical location of the Russian Arctic zone are playing a key role in the national economy and in securing the country's defence capacity, which necessitates the presence of

armed forces and facilities in this region. The study aimed to identify peculiarities of the cardiorespiratory system's functional reserves in military men positioned in the Arctic area during the periods of polar night and polar day. In November–December (polar night) and July–August (polar day) we examined the same 20 military men aged 28.9 ± 5.0 years in the northernmost part of Russia (Alexandra Land in Frantz Josef Land: $20^{\circ}04'N$, $47^{\circ}05'E$). The men were subjected to spirometry, thermometry, and functional breath-holding tests; some estimate indicators were calculated. The statistical analysis was performed using SPSS 13.0 software. It was established that during the polar night period the cardiorespiratory system's reserves are reduced. Thus, the results of the timed expiratory capacity test were found unsatisfactory and proved statistically significantly lower than those during the polar day period ($p = 0.004$). The analysis of Bogomazov's index showed a satisfactory state of the cardiorespiratory system's reserve capacity during the polar night period only in 30 % (95 % CI: 9.9–50.1) of the military men, a borderline state in 65 % (95% CI: 44.1–85.9) and unsatisfactory state in 5 % (95 % CI: 4.5–14.5). During the polar day, the cardiorespiratory system's reserves of the military men were satisfactory in 45 % (95 % CI: 23.1–66.8), a borderline state in 45 % (95 % CI: 23.1–66.8) and unsatisfactory in 10 % (95 % CI: 3.1–23.1). Having assessed Hildebrandt coefficient (ratio of heart rate to respiratory rate), we found that compensatory-adaptive reactions of the cardiorespiratory system were intensified. The axillary and sublingual temperatures in the military men during the polar night period were significantly higher than those during the polar day ($p = 0.01$ and 0.03 respectively).

Keywords: *Arctic, military men, polar day, polar night, cardiorespiratory system's reserves.*

Контактная информация:

Гудков Андрей Борисович

адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51;

e-mail: gudkovab@nsmu.ru

Попова Ольга Николаевна

адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51;

e-mail: popovaon@nsmu.ru

Небученных Анатолий Александрович

адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51;

e-mail: gigena@nsmu.ru