

УДК 612.1-057.36:613.13(98)

ЕРМОЛИН Сергей Петрович, аспирант кафедры гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета, врач Пограничного управления Федеральной службы безопасности Российской Федерации по Архангельской области. Автор 4 научных публикаций

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В АРКТИКЕ В КОНТРАСТНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

В статье представлены результаты исследования сердечно-сосудистой системы и мышечной системы в периоды полярного дня и полярной ночи у одних и тех же 20 военнослужащих в возрасте от 21 до 36 лет, проходящих военную службу по контракту на архипелаге Земля Франца-Иосифа (80°04' с. ш., 47°05' в. д.). С целью оценки функциональных резервов организма применялась проба Мартине–Кушелевского, анализировались типы ответных реакций сердечно-сосудистой системы на данную пробу, по величинам повышения систолического артериального давления и частоты сердечных сокращений рассчитывались индексы инотропного и хронотропного резервов. Для оценки мышечной силы проводилась динамометрия, рассчитывался силовой индекс ведущей кисти. Установлено, что в период полярной ночи у 65 % военнослужащих наблюдается гипотонический тип ответных реакций сердечно-сосудистой системы на стандартную физическую нагрузку на фоне снижения индекса инотропного резерва сердца. В период полярного дня у испытуемых преобладает более экономичный нормотонический тип ответной реакции за счет уменьшения количества военнослужащих с гипотонической реакцией. Гипертонический тип ответной реакции на физическую нагрузку наблюдается у 15 % обследуемых как в период полярной ночи, так и в период полярного дня. Измерение мышечной силы, расчет величины силового индекса ведущей кисти у военнослужащих показали статистически значимое снижение их в период полярной ночи по сравнению с величинами полярного дня ($p = 0,027$ и $p = 0,022$ соответственно).

Ключевые слова: *военнослужащие в Арктике, полярная ночь, полярный день, сердечно-сосудистая система.*

В силу своих уникальных природных богатств, географического расположения и обширности территории Арктическая зона Российской Федерации играет ключевую роль в национальной экономике, обеспечении экологической безопасности и обороноспособно-

сти страны, что требует наличия здесь сил и средств вооруженных формирований РФ.

Сезонные особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у военнослужащих, выполняющих служебные обязанности в условиях северных территорий, неоднократно становились объектом научных исследований [1, 2, 3]. Однако работ, посвященных сезонным изменениям сердечно-сосудистой системы у военнослужащих, дислоцированных в Арктике, пока не опубликовано.

Специфические условия военного труда и быта, высокие физические и психические нагрузки, усугубленные экстремальными климатическими факторами Арктики [4], оказывают комплексное воздействие на функциональное состояние организма военнослужащих, влияя в конечном итоге на их физическую работоспособность. Настоящее исследование проведено в самой северной точке территории Российской Федерации, где проживают и выполняют служебные задачи военнослужащие, – на о. Земля Александры (архипелаг Земля Франца-Иосифа, 80°04' с. ш., 47°05' в. д.).

Методы исследования. Основу исследования составили динамические наблюдения за военнослужащими, выполненные в полевых условиях в ноябре, декабре (период полярной ночи) и в июле, августе (период полярного дня). Обследовались одни и те же практически здоровые мужчины в количестве 20 чел. в возрасте от 21 до 36 лет. Все показатели замерялись в военно-медицинском пункте подразделения в первой половине дня в условиях температурного комфорта и относительного покоя, через 1,5-2 часа после принятия пищи и 20-минутного отдыха.

Хорошо известно, что о функциональных резервах сердечно-сосудистой системы можно судить лишь в случае стабильности ее работы при воздействии возмущающих факторов, например при дозированной физической нагрузке [5]. В рамках настоящей работы в качестве дозированной нагрузки применялась проба Мартине–Кушелевского, заключающаяся в выполнении испытуемыми 20 приседаний за 30 с. После

выполнения пробы определялся тип ответной реакции сердечно-сосудистой системы [6].

По величинам прироста частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления рассчитывались индексы хронотропного и инотропного резервов (ИХР, ИИР) исходя из того, что по степени учащения пульса можно косвенно судить о работоспособности и уровне развития адаптационных возможностей организма в целом [7].

Исследование мышечной силы военнослужащих проводилось с помощью динамометрии с использованием динамометра кистевого ДРП-90.

Обследование контингента осуществлялось с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и директивах Европейского сообщества (8/609 ЕС).

Анализ полученных результатов исследования проводился с помощью статистического пакета «SPSS 13.0». [8]. В связи с малым размером выборки было принято считать распределение данных отличающимся от нормального, использовался дисперсионный анализ по Фридману, для попарных сравнений – критерий Вилкоксона с поправкой Бенферрони. 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. При анализе показателей ИИР и ИХР установлены более низкие величины ИИР в период полярной ночи по сравнению с полярным днем, что свидетельствует о более напряженной деятельности сердечно-сосудистой системы, снижении миокардиального резерва в этот сезон года в ответ на воздействие суровых климатических условий и особых условий военно-профессиональной деятельности (*табл. 1*).

Кроме того, прослеживалась тенденция к снижению величины ИХР в период полярной ночи по сравнению с полярным днем, что может расцениваться как неблагоприятная реакция сердечно-сосудистой системы в период полярной ночи.

Таблица 1

**ИНДЕКСЫ ИНОТРОПНОГО И ХРОНОТРОПНОГО РЕЗЕРВОВ
В ПЕРИОДЫ ПОЛЯРНОЙ НОЧИ И ПОЛЯРНОГО ДНЯ, n = 20, Md (Q₁; Q₃)**

Показатели	Полярная ночь	Полярный день	p
ИИР	8,3 (7,3; 16,1)	23,1 (9,1; 25,0)	0,012
ИХР	50,8 (34,6; 78,8)	58,3 (44,8; 75,0)	0,588

Известно, что реакция сердечно-сосудистой системы в ответ на дозированную физическую нагрузку позволяет достаточно точно определить резервные возможности человека, степень приспособленности организма к физической работе в новых природно-климатических условиях [4]. В ходе исследования на основании направленности сдвигов пульса и артериального давления у военнослужащих устанавливался тип ответной реакции на дозированную физическую нагрузку [7]: нормотонический, дистонический, гипертонический, гипотонический (астенический) или ступенчатый (табл. 2).

Анализ характера ответных реакций сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку показал, что в период полярной ночи у военнослужащих преобладал гипотонический тип реакции, а в период полярного дня – нормотонический.

Реакцию по гипотоническому типу в период полярной ночи, выявленную у значительной части военнослужащих, следует расценивать как неудовлетворительную, поскольку она свидетельствует о напряжении механизмов регу-

ляции, энергетически затратной гиперфункции системы кровообращения. Необходимый уровень минутного объема кровообращения при этом достигается в большей степени за счет увеличения частоты сердечных сокращений, а не за счет возрастания ударного объема. Высокая частота сердечных сокращений сопровождается большим потреблением кислорода и, как следствие, меньшей экономичностью в работе сердца, что в дальнейшем может привести к истощению резервных возможностей организма.

В период полярного дня, напротив, снижается количество военнослужащих с гипотонической реакцией сердечно-сосудистой системы за счет прироста нормотонической, что является признаком оптимального расходования функциональных резервов системы кровообращения.

Число военнослужащих с гипертонической реакцией в контрастные сезоны световой аperiodичности остается неизменным.

Метод определения силы кисти обоснованно применять для определения уровня общего

Таблица 2

**ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ
НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ, n = 20**

Тип реакции	Количество военнослужащих, %	
	Полярная ночь	Полярный день
Нормотоническая	10±6,70	65±10,60
Гипотоническая	65±10,60	5±4,80
Гипертоническая	15±7,98	15±7,98
Замедленное восстановление (ступенчатая)	10±6,70	15±7,98

ПОКАЗАТЕЛИ ДИНАМОМЕТРИИ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ
В ПЕРИОД ПОЛЯРНОЙ НОЧИ И ПОЛЯРНОГО ДНЯ, n = 20, Md (Q1; Q3)

Показатели	Полярная ночь	Полярный день	p
Сила ведущей кисти, кг	24,5 (21,5; 30,5)	30 (23,5; 32,5)	0,027
Силовой индекс ведущей кисти, %	26,9 (24,9; 37,7)	33,1 (26,9; 41,9)	0,022

физического развития человека; сила кисти является косвенным показателем работоспособности.

При оценке результатов динамометрии у военнослужащих в контрастные сезоны года регистрировалось статистически значимое снижение силы ведущей кисти на 19 % в период полярной ночи в сравнении с периодом полярного дня (табл. 3).

Исходя из того, что средние показатели относительной силы у мужчин составляют 60–70 % массы тела, относительная сила ведущей кисти у военнослужащих не соответствовала средневозрастной норме как в период полярной ночи, так и в период полярного дня, что может быть обусловлено напряжением физио-

логических систем и повышенным расходом функциональных резервов организма. Поскольку мышечная сила изменяется в зависимости от трудности и продолжительности профессиональной деятельности, то снижение силового индекса ведущей кисти у военнослужащих в период полярной ночи может рассматриваться как свидетельство нарастающего утомления.

Таким образом, у военнослужащих в период полярной ночи по сравнению с полярным днем наблюдается снижение миокардиальных резервов, преобладает гипотонический тип реакции в ответ на дозированную физическую нагрузку, установлены достаточно низкие показатели мышечной силы.

Список литературы

1. Бескаравайный Е.Б., Гудков А.Б., Белозёров С.П., Бескаравайная А.В. Психомоторные реакции военнослужащих подразделений специального назначения в процессе выполнения служебно-боевых задач // Экология человека. 2014. № 4. С. 52–59.
2. 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.
3. 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.
4. Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
5. Ванюшин Ю.С. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы при функциональных нагрузках разной мощности // Эколого-физиологические проблемы адаптации: тез. докл. XI Междунар. симп. М., 2003. С. 98–99.
6. Мотылянская Р.Е., Ерусалимский Л.А. Врачебный контроль при массовой физкультурно-оздоровительной работе. М., 1980. 95 с.

7. Валевский С.Ф., Трофименко А.И., Шипов В.И. К вопросу объективности показателей хронотропной и инотропной функции сердца при проведении физиологических исследований у рабочих // Актуальные проблемы физиологии труда и профилактической эргономики: тез. докл. IX Всесоюз. конф. М., 1990. Т. 1. С. 16–18.

8. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. СПб., 2005. 608 с.

References

1. Beskaravayny E.B., Gudkov A.B., Belozarov S.P., Beskaravaynaya A.V. Psihomotornye reakcii voennosluzhashhih podrazdelenij special'nogo naznachenija v processe vypolnenija sluzhebno-boevyh zadach [Psychomotor Reactions of the Military of Special Forces in the Implementation of Service and Combat Missions]. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 4, pp. 52–59.

2. Gudkov A.B., Nebuchennyh A.A., Popova O.N. Pokazateli dejatel'nosti serdechno-sosudistoj sistemy u voennosluzhashhih uchebnogo centra Voenno-morskogo flota Rossii v uslovijah Evropejskogo Severa [Indices of Cardiovascular System Activity in the Military of the Training Center of the Navy of Russia in Conditions of the European North]. *Ekologiya cheloveka*, 2008, no. 1, pp. 39–43.

3. Gudkov A.B., Mosyagin I.G., Ivanov V.D. Harakteristika fazovoj struktury serdechnogo cikla u novobrancev uchebnogo centra VMF na Severe [Characteristics of Cardiac Cycle Phase Structure in Recruits of Navy Training Center in the North]. *Voenno-meditsinskij zhurnal*, 2014, vol. 335, no. 2, pp. 58–59.

4. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland J.O., Kovshov A.A. Harakteristika osnovnyh faktorov riska narushenij zdorov'ja naselenija, prozhivajushhego na territorijah aktivnogo prirodopol'zovanija v Arktike [Description of Main Health Deterioration Risk Factors of Population Living on the Territories of Active Natural Management in the Arctic]. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 1, pp. 3–12.

5. Vanyushin Yu.S. Kompensatorno-adaptacionnye reakcii kardiorespiratornoj sistemy pri funkcional'nyh nagruzkah raznoj moshhnosti [Compensatory - Adaptive Reactions of the Cardiorespiratory System with Functional Loads of Different Power]. *Jekologo-fiziologicheskie problemy adaptacii: tez. dokl. XI Mezhdunar. simp* [Ecological and Physiological Adaptation Problems: Outline Reports of the IX Intern. Symposium]. Moscow, 2003. pp. 98–99.

6. Motylyanskaya R.E. Erusalimskiy L.A. Vrachebnyj kontrol' pri massovoj fizkul'turno-ozdorovitel'noj rabote [Medical Supervision at Mass Sports and Recreation Activities]. Moscow, 1980. 95 p.

7. Valevskiy S.F., Trofimenko A.I., Shipov V.I. K voprosu ob'ektivnosti pokazatelej hronotropnoj i inotropnoj funkcii serdca pri provedenii fiziologicheskikh issledovanij u rabochih [On the Issue of Objective Indicators of Chronotropic and Inotropic Cardiac Function During Physiological Research in Workers]. *Aktual'nye problemy fiziologii truda i profilakticheskoi jergonomiki: Tez. dokl. IX Vsesojuz. konf.* [Actual Problems of the Physiology of Labor and Preventive Ergonomics: Outline Reports of IX All-Union Conf.]. Moscow, 1990, vol. 1, pp. 16–18.

8. Byuyul' A., Tsefel' P. SPSS: iskusstvo obrabotki informacii [SPSS: Art of Information Processing]. St. Petersburg, 2005. p. 608.

Ermolin Sergei Petrovich

Northern State Medical University;
Border Department of Federal Security Service of the Russian Federation
in the Arkhangelsk Region (Arkhangelsk, Russia)

FEATURES OF HEMODYNAMIC PARAMETERS OF PHYSICAL EFFICIENCY IN THE MILITARY IN CONTRASTING SEASONS OF THE YEAR

The paper presents the results of a study of the cardiovascular and muscular systems during the polar day and polar night in 20 military aged from 21 to 36 years doing contract military service in the archipelago of Franz Josef Land (80°04' N, 47°05' E). To assess the functional reserves of a body the Martin Kushelevsky test was used, the types of responses of the cardiovascular system to the test were analyzed, indices of inotropic and chronotropic reserve were calculated according to the amount of increase of systolic blood pressure and heart rate.

БИОЛОГИЯ

To assess the muscle strength the dynamometry was carried out, indices of inotropic and chronotropic reserves and the power index were calculated. During a polar night in 65 % of military a hypotonic type of responses of cardiovascular system to a standard physical activity was observed, index of inotropic reserve of the heart was decreased. During a polar day the more economic normotonic type of response was prevailed. The hypertonic type of response to physical activity is observed in 15 % of examined military both during a polar night and a polar day. Measurement of muscular strength, calculation of a power indexes in military showed statistically significant decrease during a polar night in comparison with the values of a polar day ($p = 0,027$ and $p = 0,022$ respectively).

Keywords: *the military in Arctic, polar night, polar day, cardiovascular system.*

Контактная информация:

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

e-mail: ermolinsergey@mail.ru

Рецензент – *Гудков А.Б.*, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета, заведующий научно-исследовательской лабораторией кардио-респираторной системы института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова