

УДК 612.017.1:551.5

DOI: 10.37482/2687-1491-Z063

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ КОНТАКТОВ С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ НА УРОВЕНЬ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛЯРНИКОВ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЗИМОВКИ

*В.А. Дей** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2352-247X>

*С.В. Полищук** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1147-5311>

*В.М. Покровский** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3971-7848>

*Кубанский государственный медицинский университет
(г. Краснодар)

Исследование проведено участником 60-й Российской антарктической экспедиции на круглогодичной станции-обсерватории «Мирный». Целью исследования стало изучение влияния интенсивности контактов с внешней средой на уровень адаптационных возможностей организма полярников. Для оценки уровня адаптационных возможностей использовался метод сердечно-дыхательного синхронизма с оценкой индекса регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС), разработанный на кафедре нормальной физиологии Кубанского государственного медицинского университета под руководством профессора В.М. Покровского. В основе метода – регистрация параметров синхронизации управляемого ритма высокочастотного дыхания и ритма сердцебиения. Проводилось сравнение динамики ИРАС в течение одного года зимовки у двух аэрологов. Обследуемые имели сопоставимые антропометрические данные, состояние здоровья, условия выполнения профессиональных обязанностей на станции, одинаковый стаж антарктических зимовок (6 лет), относились к одной и той же возрастной группе. Интенсивность контактов с внешней средой предопределялась различным временем нахождения обследуемых вне помещений станции, что зависело в основном от взаимного расположения зданий, в которых находились жилые помещения и комплекс бытовых помещений (столовая, досуговая зона, медицинский блок, спортзал). Это время составляло от 2 до 7 ч в сутки. Отрицательная динамика ИРАС, являющегося маркером адаптационных возможностей человека, для полярника, подвергавшегося более сильному воздействию внешней среды, позволила выявить зависимость между интенсивностью влияния внешней среды и уровнем адаптационных способностей организма. Авторы делают вывод, что организация вне рабочего времени, направленная на уменьшение интенсивности влияния внешней среды, будет способствовать улучшению состояния здоровья полярников и оптимизации условий жизни на полярной станции.

Ключевые слова: антарктическая зимовка, работники антарктической станции, регуляторно-адаптивные возможности, здоровье полярников, факторы внешней среды, функциональное состояние организма.

Ответственный за переписку: Полищук Светлана Владимировна, адрес: 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, д. 4; e-mail: svpolischuk@rambler.ru

Для цитирования: Дей В.А., Полищук С.В., Покровский В.М. Влияние интенсивности контактов с внешней средой на уровень адаптационных возможностей полярников в условиях антарктической зимовки // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9, № 3. С. 258–264. DOI: 10.37482/2687-1491-Z063

Условия антарктической зимовки открывают исключительную возможность для изучения особенностей климатических воздействий на организм человека. В Антарктиде расположены две аэрологические станции радиозондирования, принадлежащие России. В обязанности аэрологов входят регулярный (1-2 раза в сутки) запуск аэростатов с измерительной аппаратурой, последующее наблюдение за аэростатом с помощью радиолокационной аппаратуры в течение нескольких часов после запуска, сбор и анализ аэрологических данных и отправка их в Гидрометцентр для дальнейшей систематизации [1]. Аэрологи станции подвергаются воздействию внешней среды за пределами помещений во время рабочих выходов в аэрологический павильон (техническое здание, находящееся на удалении от основных зданий станции в связи с требованиями техники безопасности) [2], а также профессиональным вредностям при обслуживании химической станции создания водорода для аэростатов, монтаже, ремонте и настройке радиолокационной аппаратуры, СВЧ-установок, работе на узле связи [3, 4].

Цель исследования – оценить влияние интенсивности контактов с внешней средой на уровень адаптационных возможностей организма аэрологов во время годичной автономной антарктической зимовки.

Материалы и методы. Исследование проводилось во время 60-й Российской антарктической экспедиции на круглогодичной станции-обсерватории «Мирный». Для оценки уровня адаптационных возможностей организма использовался индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС), определяемый методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС), разработанным на кафедре нормальной физиологии Кубанского государственного медицинского университета [5, 6]. Обследование проводилось ежеквартально.

Для изучения влияния интенсивности пребывания вне помещений станции на адаптационные возможности были выбраны два полярника, которые во время полярной антар-

ктической зимовки подвергались воздействию одинаковых неблагоприятных факторов [7]. Обследуемые полярники относились к научному составу станции, по профессии являлись аэрологами и работали вместе. Они жили по собственному рабочему графику, испытывая одинаковое воздействие сдвига фаз сна и бодрствования, поскольку утренний запуск аэростата по служебным инструкциям происходит около 5:00 утра, и для обеспечения запуска аэрологи пробуждались около 3:30 утра [8]. При этом общестанционный рабочий день начинается значительно позже, и общий подъем на станции происходил в 7:45 утра. К общестанционным работам вне своей профессии и должностных обязанностей аэрологи также привлекались в общем объеме, без каких-либо различий.

Обследуемые лица являлись опытными и подготовленными полярниками, имея за спиной по 6 антарктических зимовок. Более того, каждый из аэрологов ранее неоднократно зимовал именно на станции-обсерватории «Мирный», в результате чего можно говорить об их полной осведомленности об условиях зимовки именно на этой станции и высокой физиологической и психологической готовности к любым нагрузкам зимовки именно в этом месте [9, 10].

Оба полярника относились к одной и той же возрастной группе (53 и 57 лет), алкоголь употребляли крайне умеренно, не курили или курили незначительно (в разные периоды), не сталкивались с конфликтами в коллективе и поддерживали устойчивый и комфортный уровень социальных взаимодействий с другими полярниками, пользовались уважением в коллективе. По антропометрическим данным и общему состоянию здоровья обследуемые полярники также демонстрировали близкие показатели.

Основным отличием жизни на станции полярника А. и полярника В. являлся объем контактов с внешней средой за пределами помещений.

Полярник А. проживал в помещении, расположенном в 5 м от «кают-компании» (цен-

трального здания станции, в котором расположены столовая, досуговая зона, медицинский блок, кабинет начальника станции). Между зданием проживания полярника А. и «кают-компанией» был организован пандус, позволяющий передвигаться практически в любую погоду без сложностей и без обязательного облачения в специальное ветро- и холодозащитное снаряжение. Также в здании, где он проживал, располагались радиоузел и спортзал. Таким образом, полярник А. мог часть рабочих обязанностей реализовывать, не выходя за пределы помещения, а также во внерабочее время пользоваться всеми необходимыми ему объектами, практически не покидая жилых отапливаемых помещений и не сталкиваясь со сложностями доступа к этим объектам по причине ухудшения погодных условий.

Полярник В. проживал в помещении, аналогичном по площади жилому помещению полярника А, однако находившемся на удалении 800 м от «кают-компаний». В результате полярник В. вне работы вынужден был предпринимать выход во внешнюю среду, как минимум, дважды в день – перед обедом и ужином, чтобы попасть в «кают-компанию». Это требовало облачения в ветро- и холодозащитное снаряжение (многослойная тяжелая одежда, спецобувь для передвижения по льду). Преодоление расстояния от жилого помещения полярника В. до «кают-компаний» в одну сторону занимало от 10 мин при относительно хорошей погоде до 20–25 мин при неблагоприятной погоде. Таким образом, полярник В. по сравнению с полярником А. проводил вне помещений дополнительно от 50 мин до 1,5–2 ч ежедневно, вынужденно находясь в это время под воздействием всех метеорологических и физико-химических факторов внешней среды. Кроме того, полярник В. являлся страстным поклонником рыбной ловли, поэтому при устойчивой хорошей погоде, получив разрешение начальника станции, регулярно выходил на океанический лед для подледной рыбалки. Каждый такой выход за-

нимал примерно 4–5 ч непрерывного пребывания вне помещений станции.

Сравнивая образ жизни обследуемых, можно констатировать, что интенсивность контактов с внешней средой полярника В. во много раз превосходила интенсивность контактов полярника А. при практически идентичных условиях их проживания в течение всего года полярной антарктической зимовки.

Анализировалась динамика ИРАС каждого участника исследования в течение годичной зимовки. Нормальность распределения данных проверялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Данные представлены как среднее и стандартное отклонение ($M \pm SD$), достоверность различий средних для одного участника между кварталами подтверждалась парным критерием Стьюдента, различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации, с письменного информированного согласия участников.

Результаты. Полярник В. в начале зимовки демонстрировал более высокий потенциал регуляторно-адаптивных возможностей по сравнению с полярником А. Во 2-м квартале, в период штормов, когда значительно ухудшаются погодные условия и снижается продолжительность светового дня (вплоть до наступления полярной ночи), у обоих испытуемых наблюдалось прогнозируемое снижение ИРАС. Однако дальше испытуемые демонстрировали принципиально разную динамику регуляторно-адаптивных возможностей организма (см. таблицу).

Адаптационные способности полярника А. после окончания сезона сильных штормов не только восстановились до изначального уровня, но даже улучшились: его ИРАС в 1,5 раза превысил исходное значение (на момент начала зимовки), и такое положение сохранялось вплоть до конца зимовки. Полярник А. благополучно преодолел период пика обще-

**ПОКВАРТАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ИНДЕКСА РЕГУЛЯТОРНО-АДАПТИВНОГО СТАТУСА
У ПОЛЯРНИКОВ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЗИМОВКИ ($M \pm SD$)**
**QUARTERLY CHANGES IN THE INDEX OF REGULATORY AND ADAPTIVE STATUS
IN POLAR EXPEDITION MEMBERS DURING YEAR-ROUND WINTERING ($M \pm SD$)**

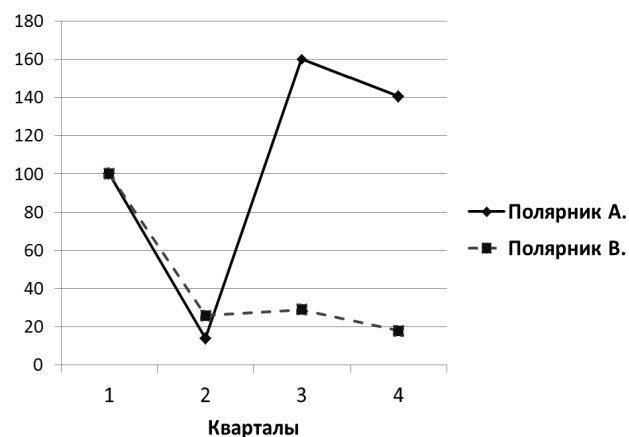
Обследуемый	Квартал года				Уровень значимости различий
	1-й (февраль–март)	2-й (май–июнь)	3-й (август–сентябрь)	4-й (декабрь)	
Полярник А.	43,33±10,25	6,06±2,42	69,23±8,22	60,87±4,34	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} < 0,001$ $p_{3-4} = 0,048$
Полярник В.	100,00±5,46	25,93±3,35	29,17±5,41	17,86±5,15	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{2-3} = 0,023$ $p_{3-4} = 0,001$

Примечание. Статистическая значимость различий указана для каждого обследуемого: p_{1-2} – при сравнении значений 1-го и 2-го кварталов; p_{2-3} – 2-го и 3-го; p_{3-4} – 3-го и 4-го.

станционных неблагоприятных факторов без отложенных последствий и сохранил готовность адаптироваться к любым возможным новым индивидуальным неблагоприятным факторам (болезни, травмы, аварии, форс-мажорные ситуации, приводящие к резкому ухудшению условий жизни в процессе автономной зимовки).

Полярник В. в 3-м квартале продолжал демонстрировать значительно сниженный ИРАС даже несмотря на то, что период сильных штормов уже закончился. Более того, уровень его регуляторно-адаптивных возможностей уменьшался до конца зимовки, несмотря на постепенное улучшение условий жизни: улучшение погоды, наступление потепления (антарктической весны), удлинение светового дня и т. д. Можно утверждать, что полярник В., обладая изначально более высоким адаптационным потенциалом, не смог восстановиться после пика общестанционных неблагоприятных факторов и продолжил относительно благополучное существование на пределе своих адаптационных возможностей на протяжении трех кварталов зимовки из четырех (см. рисунок). Это сделало его более уязвимым для влияния новых внезапно возникающих индивидуаль-

ных неблагоприятных факторов, что в условиях длительной автономной зимовки имеет огромное значение для сохранения здоровья полярника и способности выполнять профессиональные и общестанционные обязанности (от чего, в свою очередь, зависит благополучие, здоровье и жизнь других участников зимовки).



Динамика индекса регуляторно-адаптивного статуса обследуемых полярников во время годичной зимовки, %

Dynamics of the index of regulatory and adaptive status in polar expedition members under study during year-round wintering, %

Обсуждение. Приведенные факты свидетельствуют, что контакты с внешней средой за пределами помещений оказывают значительное негативное воздействие на организм полярника, снижая его способность адаптироваться к другим труднопрогнозируемым неблагоприятным факторам, и это снижение тем больше, чем выше регулярная интенсивность контакта полярника с внешней средой за пределами помещений [3, 11]. Следовательно, меры организационного характера, уменьшающие длительность и частоту выходов полярника за пределы помещений, будут иметь положительное влияние как на состояние здоровья самого поляр-

ника, так и на общую «живучесть» станции в целом. Это открывает широкие возможности для оптимизации жизни на полярной станции административными методами.

В связи с ограничениями, накладываемыми спецификой работы в Антарктиде на количество участников исследования, целесообразно дальнейшее изучение проблемы с применением опробованной в экстремальных условиях методики, что может расширить представления об особенностях адаптации в холодном климате.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Голиков Ю.П., Дыбовский А.П. 45 лет исследований сотрудников Института экспериментальной медицины в Антарктиде // Мед. акад. журн. 2015. Т. 15, № 1. С. 73–78.
2. Ковчин И.С., Мартыанов В.Л. Российская сеть автоматических метеорологических станций в Антарктиде // Рос. поляр. исслед. 2011. № 3(1). С. 25–27.
3. Мазуров В.И., Шустов С.Б. Гормональные механизмы регуляции процессов адаптации человека к экстремальным воздействиям внешней среды // Мед. акад. журн. 2008. Т. 8, № 1. С. 29–39.
4. Чернов Д.В. Сфера над Антарктидой // Химия и жизнь. 2017. № 8. URL: <https://www.hij.ru/read/issues/2017/august/6867/> (дата обращения: 15.01.2020).
5. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма / под ред. В.М. Покровского. Краснодар: Кубань-Книга, 2010. 244 с.
6. Патахов П.П. Стрессоустойчивость военнослужащих в зоне особого риска // Кубан. науч. мед. вестн. 2014. № 3(145). С. 90–92.
7. Белкин В.Ш., Дюргеров М.Б., Финаев А.Ф., Сороко С.И. Биоклиматическая оценка уровня дискомфорта среды обитания для человека в различных районах Антарктиды // Физиология человека. 2016. Т. 42, № 2. С. 5–15. DOI: [10.7868/S0131164616020041](https://doi.org/10.7868/S0131164616020041)
8. Mairesse O., MacDonald-Nethercott E., Neu D., Tellez H.F., Dessy E., Neyt X., Meeusen R., Pattyn N. Preparing for Mars: Human Sleep and Performance During a 13 Month Stay in Antarctica // Sleep. 2019. Vol. 42, № 1. DOI: [10.1093/sleep/zsy206](https://doi.org/10.1093/sleep/zsy206)
9. Rothblum E.D. Psychological Factors in the Antarctic // J. Psychol. 1990. Vol. 124, № 3. P. 253–273. DOI: [10.1080/00223980.1990.10543221](https://doi.org/10.1080/00223980.1990.10543221)
10. Stahn A.C., Gunga H.-C., Kohlberg E., Gallinat J., Dinges D.F., Kühn S. Brain Changes in Response to Long-Duration Antarctic Expeditions // N. Engl. J. Med. 2019. Vol. 381. P. 2273–2275. DOI: [10.1056/NEJMc1904905](https://doi.org/10.1056/NEJMc1904905)
11. Ульяновская С.А., Баженов Д.В., Шестакова В.Г., Калинин М.Н. Влияние климатогеографических факторов Севера на адаптивные реакции организма человека // Патол. физиология и эксперим. терапия. 2020. Т. 64, № 1. С. 147–154. DOI: [10.25557/0031-2991.2020.01.147-154](https://doi.org/10.25557/0031-2991.2020.01.147-154)

References

1. Golikov Yu.P., Dybovskiy A.P. 45 let issledovaniy sotrudnikov Instituta eksperimental'noy meditsiny v Antarktide [45 Years of Investigations of IEM Employees in Antarctica]. *Meditinskiy akademicheskij zhurnal*, 2015, vol. 15, no. 1, pp. 73–78.
2. Kovchin I.S., Mart'yanov V.L. Rossiyskaya set' avtomaticheskikh meteorologicheskikh stantsiy v Antarktide [Russian Network of Automatic Meteorological Stations in Antarctica]. *Rossiyskie polyarnye issledovaniya*, 2011, no. 3, pp. 25–27.
3. Mazurov V.I., Shustov S.B. Gormonal'nye mekhanizmy regulyatsii protsessov adaptatsii cheloveka k ekstremal'nym vozdeystviyam vneshney sredy [Hormonal Mechanisms Regulating Human Adaptation to Extreme Environmental Effects]. *Meditinskiy akademicheskij zhurnal*, 2008, vol. 8, no. 1, pp. 29–39.
4. Chernov D.V. Sfera nad Antarktidoj [Sphere over Antarctica]. *Khimiya i zhizn'*, 2017, no. 8. Available at: <https://www.hij.ru/read/issues/2017/august/6867/> (accessed: 15 January 2020).
5. Pokrovskiy V.M. (ed.). *Serdechno-dykhatel'nyy sinkhronizm v otsenke regulyatorno-adaptivnykh vozmozhnostey organizma* [Cardiorespiratory Synchronism in the Assessment of Body's Regulatory and Adaptive Abilities]. Krasnodar, 2010. 244 p.
6. Patakhov P.P. Stressoustoychivost' voennosluzhashchikh v zone osobogo riska [Stress Resistance of Military Personnel in Special Risk Areas]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2014, no. 3, pp. 90–92.
7. Belkin V.S., Dyurgerov M.B., Finaev A.F., Soroko S.I. Bioclimatic Evaluation of the Human Discomfort Level for Several Antarctic Regions. *Hum. Physiol.*, 2016, vol. 42, no. 2, pp. 119–127. DOI: [10.1134/S0362119716020043](https://doi.org/10.1134/S0362119716020043)
8. Mairesse O., MacDonald-Nethercott E., Neu D., Tellez H.F., Dessy E., Neyt X., Meeusen R., Pattyn N. Preparing for Mars: Human Sleep and Performance During a 13 Month Stay in Antarctica. *Sleep*, 2019, vol. 42, no. 1. DOI: [10.1093/sleep/zsy206](https://doi.org/10.1093/sleep/zsy206)
9. Rothblum E.D. Psychological Factors in the Antarctic. *J. Psychol.*, 1990, vol. 124, no. 3, pp. 253–273. DOI: [10.1080/00223980.1990.10543221](https://doi.org/10.1080/00223980.1990.10543221)
10. Stahn A.C., Gunga H.-C., Kohlberg E., Gallinat J., Dinges D.F., Kühn S. Brain Changes in Response to Long-Duration Antarctic Expeditions. *N. Engl. J. Med.*, 2019, vol. 381, pp. 2273–2275. DOI: [10.1056/NEJMc1904905](https://doi.org/10.1056/NEJMc1904905)
11. Ul'yanovskaya S.A., Bazhenov D.V., Shestakova V.G., Kalinkin M.N. Vliyanie klimatogeograficheskikh faktorov Severa na adaptivnye reaksii organizma cheloveka [Effect of the Climatic and Geographic Factors of the North on Adaptive Reactions of the Human Body]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya*, 2020, vol. 64, no. 1, pp. 147–154. DOI: [10.25557/0031-2991.2020.01.147-154](https://doi.org/10.25557/0031-2991.2020.01.147-154)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z063

*Valentin A. Dey** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2352-247X>
*Svetlana V. Polishchuk** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1147-5311>
*Vladimir M. Pokrovskiy** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3971-7848>

*Kuban State Medical University
(Krasnodar, Russian Federation)

THE INFLUENCE OF CONTACT INTENSITY WITH THE OUTSIDE ENVIRONMENT ON THE BODY'S ADAPTIVE CAPABILITIES DURING ANTARCTIC WINTERING

The research was conducted by a member of the 60th Russian Antarctic Expedition at the all-year-round Mirny Station. The aim was to study what influence contact intensity with the outside environment has on adaptive capabilities of polar station staff. The level of adaptive capabilities was evaluated using the method of cardio-respiratory synchronism, assessing the index of regulatory and adaptive status (IRAS). This method had been developed at the Normal Physiology Department of Kuban State Medical University under the supervision of Prof. V.M. Pokrovsky. It is based on recording the synchronization parameters of controlled high respiratory rate and heart rate. We compared IRAS dynamics of two aerologists during one year of wintering. The subjects had similar anthropometric data, health status and working conditions, the same length of Antarctic wintering (6 years) and were in the same age group. Contact intensity with the outside environment was determined by varying periods spent outside the station premises, mostly due to the lay-out of the residential and amenity buildings (canteen, leisure area, medical unit, gym). This period ranged from 2 to 7 hours on different days. The negative IRAS dynamics, being a marker of human adaptive capabilities, allowed us to identify the relationship between the intensity of environmental influence and the level of the body's adaptive abilities in one of the expedition members who had been exposed to stronger environmental effects. The authors conclude that proper organization of off-duty periods aimed to decrease the influence of the outside environment will contribute to improving the health of the station staff and optimize their living conditions.

Keywords: *Antarctic wintering, Antarctic station staff, regulatory and adaptive capabilities, health of polar expedition members, environmental factors, body's functional state.*

Поступила 31.05.2020

Принята 24.02.2021

Received 31 May 2020

Accepted 24 February 2021

Corresponding author: Svetlana Polishchuk, *address:* ul. M. Sedina 4, Krasnodar, 350063, Russian Federation;
e-mail: svpolischuk@rambler.ru

For citation: Dey V.A., Polishchuk S.V., Pokrovskiy V.M. The Influence of Contact Intensity with the Outside Environment on the Body's Adaptive Capabilities During Antarctic Wintering. *Journal of Medical and Biological Research*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 258–264. DOI: 10.37482/2687-1491-Z063