

УДК 612.14

## Особенности реактивности сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма человека в нагрузочных пробах в разных климатических условиях и в динамике адаптации к условиям Севера

Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Черепов А.Б., Буйнов Р.П., Карганов М.Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии». 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

Расширение возможностей человека достигать и использовать для своей жизни области планеты с экстремальными климатическими условиями актуализирует задачу изучения показателей работоспособности релокантов. Для решения этой задачи используют функциональные нагрузочные пробы.

**Целью** исследования была оценка степени изменения показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем в нагрузочных пробах (лёгкая смешанная гипоксия/гиперкапния с произвольным дыханием, дыхание с частотой 6 циклов в минуту) у участников высокоширотных морских экспедиций, в сравнении с аналогичными данными постоянных жителей средней полосы (Московский регион) и Севера (Мурманская область).

**Материалы и методы.** Исследование проведено с использованием приборного комплекса «спироартериокардиоритмограф» (ООО «ИНТОКС», г. Санкт-Петербург, Россия). Обследованы 25 жителей Московского региона, 43 – Мурманской области, 30 – участников экспедиций; всего 98 мужчин в возрасте от 30 до 60 лет. У участников высокоширотных экспедиций тестирования проведены до выхода в море и сразу после возвращения. Исследования включали три последовательные 2-минутные регистрации: без надетой спирометрической маски (контроль), в надетой маске с произвольным дыханием (проба 1), и с контролируемым дыханием с частотой 6 циклов в минуту (проба 2). Оценивали степень изменения регистрируемых показателей при выполнении нагрузочных проб в %.

**Результаты.** По реактивности показателей сердечно-сосудистой и дыхательной системы в нагрузочных пробах различий между жителями Москвы и Севера в нашем исследовании не обнаружено. У участников экспедиций не обнаружено изменений реактивности в нагрузочных пробах показателей сердечного ритма и его вариабельности, сердечной производительности, чувствительности спонтанного артериального барорефлекса. Однако выявлено, что за 26-28 дней экспедиции происходят изменения в реактивности артериального давления (АД) и показателей, отражающих его регуляцию. При выполнении пробы с умеренной нагрузкой усреднённое возрастание систолического АД сменяется его снижением, при возрастании реактивности общей мощности спектра вариабельности АДС и снижении реактивности относительной мощности диапазона LF, коррелята симпатической активности. При выполнении более тяжёлой пробы с контролируемым дыханием отмечено наоборот, снижение реактивности общей мощности спектров вариабельности АДС и АДД при тенденции к снижению дыхательного объёма. Показатели реактивности сердечно-сосудистой и дыхательной систем у участников высокоширотных экспедиций, не проживающих постоянно в этом регионе, перед выходом из порта отправления не отличались от таковых у жителей Севера, но значимо превышали реактивность постоянных жителей средней полосы. Сдвиги реактивности за время экспедиций приближают эти показатели к результатам москвичей.

**Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что срочная адаптация к условиям Крайнего Севера сопровождается снижением реактивности дыхательной системы и изменениями реактивности показателей сердечно-сосудистой системы в дыхательных нагрузочных пробах.

**Ключевые слова:** артериальное давление; вариабельность; нагрузочные пробы; экстремальные условия; адаптация.

**Для цитирования:** Панкова Н.Б., Буйнов Р.П., Алчинова И.Б., Черепов А.Б., Карганов М.Ю. Особенности реактивности сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма человека в нагрузочных пробах в разных климатических условиях и в динамике адаптации к условиям Севера. *Патогенез.* 2023; 21(1): 69-74.

**DOI:** 10.25557/2310-0435.2023.01.69-74

**Для корреспонденции:** Панкова Наталия Борисовна, e-mail: nbpankova@gmail.com

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания по теме: «Оценка адаптивных реакций организма на действие физико-химических и экологических факторов среды» (№FGFU-2022-0010)

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность заместителю директора по научной работе федерального государственного бюджетного учреждения Национальный парк «Русская Арктика», научному руководителю проекта «Открытый Океан» кандидату биологических наук М.В. Гаврило за координацию исследований в высокоширотных экспедициях.

**Поступила:** 12.12.2022

# Features of the reactivity of the human cardiovascular and respiratory systems during stress tests in different climatic conditions and in the dynamics of adaptation to the conditions of the North

Pankova N.B., Alchinova I.B., Cherepov A.B., Buinov R.P., Karganov M.Yu.

Institute of General Pathology and Pathophysiology,  
Baltiyskaya St. 8, Moscow 125315, Russian Federation

Expanding the ability of a person to reach and use areas of the planet with extreme climatic conditions makes relevant studying indicators of relocants' performance. To solve this problem, functional load tests are used.

**The aim of the study** was to assess changes in the cardiovascular and respiratory systems during respiratory stress tests (mild mixed hypoxia/hypercapnia with voluntary respiration or respiration at a frequency of 6 cycles per minute) in participants of high-latitude sea expeditions. These changes were compared with respective data of permanent residents of the middle zone (Moscow region) or the North (Murmansk region).

**Materials and methods.** The study was carried out using the device complex «spiroarteriocardiorythmograph» (ООО «INTOX», St. Petersburg, Russia). 25 inhabitants of the Moscow region, 43 inhabitants of the Murmansk region, and 30 participants of high latitude expeditions were examined, a total of 98 men, aged 30 to 60 yrs. The expedition participants were tested before going to sea and immediately after returning. The studies included three consecutive 2-min recordings: without a spirometry mask on (control), with a mask on with spontaneous breathing (trial 1), and with controlled breathing at a frequency of 6 cycles per minute (trial 2). We assessed the degree of change (%) in the recorded indicators during the stress tests.

**Results.** No differences in reactivity of the cardiovascular and respiratory systems during stress tests were found between residents of Moscow and of the North. During stress tests, expedition participants showed no changes in heart rate reactivity and variability, cardiac performance, or sensitivity of spontaneous arterial baroreflex. However, for 26–28 days of the expedition, the blood pressure (BP) reactivity and indicators that reflected the BP regulation have changed. In the test with a mild stress, the average increase in systolic BP was followed by a decrease, along with an increase in the total power of the BP variability spectrum and a decrease in the reactivity of the relative power of the low frequency range, a correlate of sympathetic activity. On the contrary, when performing a more difficult test with controlled breathing, a decrease in the total power of the BP and BP variability spectra along with a tendency for a decrease in tidal volume was noted. The indicators of the cardiovascular and respiratory system reactivity in participants of high-latitude expeditions who did not reside in this region before leaving the port of departure did not differ from those in the inhabitants of the North. However, these indicators significantly exceeded those of permanent residents of the middle zone. Changes in reactivity during the expeditions brought these indicators closer to those of Muscovites.

**Conclusion.** Urgent adaptation to the conditions of the Far North is accompanied by a decrease in the respiratory system reactivity and by changes in the cardiovascular system reactivity during respiratory stress tests.

**Keywords:** blood pressure; variability; stress tests; extreme conditions; adaptation.

**For citation:** Pankova N.B., Alchinova I.B., Cherepov A.B., Buinov R.P., Karganov M.Yu. [Features of the reactivity of the human cardiovascular and respiratory systems during stress tests in different climatic conditions and in the dynamics of adaptation to the conditions of the North]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2023; 21(1): 69-74. (in Russian).

**DOI:** 10.25557/2310-0435.2023.01.69-74

**For correspondence:** Pankova Nataliya Borisovna, e-mail: nbpankova@gmail.com

**Funding.** The study was performed as a part of the State Assignment on the topic: «Assessment of adaptive responses of the body to the action of physicochemical and environmental factors» (#FGFU-2022-0010).

**Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

**Acknowledgments.** The authors are grateful to the Deputy Director for Scientific Work of the National Park «Russian Arctic» and the Scientific Supervisor of the «Open Ocean» Project, M.V. Gavrilov, PhD, for coordinating the research in high-latitude expeditions.

**Received:** 12.12.2022

## Введение

Развитие технологий и появление новых транспортных возможностей делает области нашей планеты с экстремальными климатическими условиями привлекательными не только для профессиональной деятельности, специальных спортивных мероприятий, но и для туризма. В этом контексте актуализируется потребность в изучении динамики различных показателей жизнедеятельности организма во время срочной адаптации к новым климатическим условиям. Это важно не только для показателей покоя, но и для показателей работоспособности, что выявляется в нагрузочных функциональных пробах.

Ранее нами было показано, что в высокоширотных морских экспедициях у их участников происходит сни-

жение систолического артериального давления (АД) [1], при снижении beat-to-beat variability данного показателя [2]. Данный факт был обнаружен как в состоянии покоя, так и при выполнении нагрузочных проб [1]. Изменения остальных показателей сердечного ритма и АД могли варьировать, но всегда были затронуты показатели-корреляты симпатической активности в регуляции сердечно-сосудистой системы.

Целью данного исследования стала оценка изменений реактивности различных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма при выполнении дыхательных нагрузочных проб разной интенсивности, как индикатора срочной адаптации организма к условиям Крайнего Севера – в сравнении с аналогичными данными у постоянных жителей Севера и средней полосы.

## Материалы и методы исследования

В исследование включены результаты тестирования 25 постоянных жителей Московского региона (группа «Москва»), 43 – Мурманской области (группа «Север»), а также 30 участников высокоширотных морских и сухопутной с авиазаброской экспедиций Мурманск/Архангельск – архипелаг Земля Франца-Иосифа (группы «Экс–старт» и «Экс–финиш»). Всего 98 мужчин в возрасте от 30 до 60 лет, средний возраст группы Москва  $43,9 \pm 1,6$  лет, группы Север –  $44,0 \pm 1,6$  лет, участников экспедиций –  $46,7 \pm 1,7$  лет.

Все участники давали информированное согласие на участие в эксперименте, соответствие протокола исследования международным (включая Хельсинкскую декларацию в редакции 2013 года) и российским законам о правовых и этических принципах научных исследований с участием человека было подтверждено решением Комитета по этике ФГБНУ «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии» (Москва), протокол №4, 02.09.2019.

Изучение показателей сердечно-сосудистой системы проводили с помощью прибора спиреокардиограф (ООО «ИНТОКС», г. Санкт-Петербург, Россия). Прибор позволяет проводить одновременную непрерывную регистрацию ЭКГ в 1-м стандартном отведении (с последующей оценкой variability сердечного ритма), пальцевого АД методом фотоплетизмографии с последующей оценкой variability систолического (АДС) и диастолического (АДД) АД, а также показателей дыхания с использованием ультразвукового датчика регистрации воздушного потока (при надетой спирометрической маске). Длительная непрерывная регистрация показателей сердечного ритма и АД позволяет оценить статистические, геометрические и спектральные показатели их variability (общую мощность спектра TP, абсолютную и относительную мощность стандартных диапазонов HF, LF и VLF), расчётные индексы на их основе, а также показатели сердечной производительности.

Регистрацию показателей сердечно-сосудистой системы проводили в положении сидя, длительность каждой регистрации составляла 2 минуты. Участники арктических экспедиций прошли по две серии обследований: первая – перед выходом из Мурманска/Архангельска («старт»), вторая – непосредственно перед возвращением в него («финиш»), интервал между сериями (длительность экспедиций) составил 26–28 дней. Эти группы каждый раз выполняли по три последовательные регистрации: 1) в спокойном состоянии, 2) в условиях нагрузочной пробы в надетой спирометрической маске с произвольным дыханием, 3) в пробе с контролируемым дыханием с частотой 6 циклов в минуту. В группе «Москва» также проведено по три регистрации, в группе «Север» – только первые две. Как показано ранее, надетая спирометрическая маска имитирует состояние лёгкой гипоксии/гиперкапнии, а вызываемый адаптив-

ный ответ организма более выражен при контролируемом дыхании с частотой 6 циклов в минуту (оптимум для оценки спонтанного артериального барорефлекса, который также был рассчитан) [3].

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ GraphPad Prism 8 (GraphPad Software, США). Анализ проводили с использованием непараметрического критерия Вилкоксона для связанных выборок (группы «старт» и «финиш»), и критерию Краскела-Уоллиса для множественных сравнений. Данные на рисунках приведены в виде медианы и межквартильного размаха.

## Результаты исследования и обсуждение

В данном исследовании мы не обнаружили статистически значимых различий между жителями Москвы и Севера в реактивности показателей сердечно-сосудистой и дыхательной системы в нагрузочных пробах. У участников высокоширотных экспедиций не обнаружено, изменений реактивности организма на предъявляемые тестовые нагрузки по показателям сердечного ритма и его variability, сердечной производительности, чувствительности спонтанного артериального барорефлекса. Однако в этой группе были выявлены сдвиги в реактивности показателей АД и variability АДС и АДД, отражающих состояние регуляторных систем организма, и в дыхательном объёме.

Так, в более лёгкой пробе с произвольным дыханием (рис. 1) мы выявили тенденцию к изменению от старта к финишу экспедиций реактивности АДС ( $p = 0,057$ ), когда усреднённое возрастание АД сменяется его снижением (рис. 1, А). При этом размах колебаний АДС, и соответствующий ему по физиологическому смыслу показатель общей мощности спектра variability АДС (рис. 1, Б), увеличивались ( $p = 0,003$  и  $p = 0,010$  соответственно). Для АДД увеличение размаха колебаний было на уровне статистической тенденции ( $p = 0,055$ ). В спектральных показателях мы увидели тенденцию ( $p = 0,068$ ) к снижению реактивности относительной мощности диапазона LF в спектре variability АДС (рис. 1, В).

В сравнительном плане наименьшую реактивность АДС и относительной мощности диапазона LF в спектре variability АДС показатели жители Московского региона (рис. 1, А, В). Показатели же реактивности у участников высокоширотных экспедиций, не проживающих постоянно в этом регионе, перед выходом из порта отправления не отличались от таковых у жителей Севера, но значимо превышали реактивность постоянных жителей средней полосы. Сдвиги реактивности за время экспедиций приближают эти показатели к результатам москвичей. Можно предположить, что кратковременное пребывание в порту отправления в сочетании с предстартовым стрессом у участников экспедиций индуцировало активацию функциональных резервов их организма, и приблизило к показателям постоянных жителей Севера. За более длительный срок пребыва-

ния в экспедиции (26–28 дней) организм адаптировался, и его реактивность на нагрузочную пробу нормализовалась. Безусловно, прямым подтверждением этой гипотезы могли бы стать результаты аналогичных тестирований участников экспедиций в нескольких точках: в месте постоянного жительства, перед выходом из порта отправления, и сразу после прихода в порт по окончании экспедиции.

О физиологических механизмах адаптивного ответа свидетельствуют данные об изменении реактивности относительной мощности диапазона LF в спектре variability АДС. Принято считать, что этот показатель отражает симпатическую и миогенную модуляцию тонуса сосудов [4]. Можно предположить, что реактивность организма у участников исследования за время экспедиции в условиях умеренной нагрузочной пробы изменилась за счёт снижения симпатических влияний.

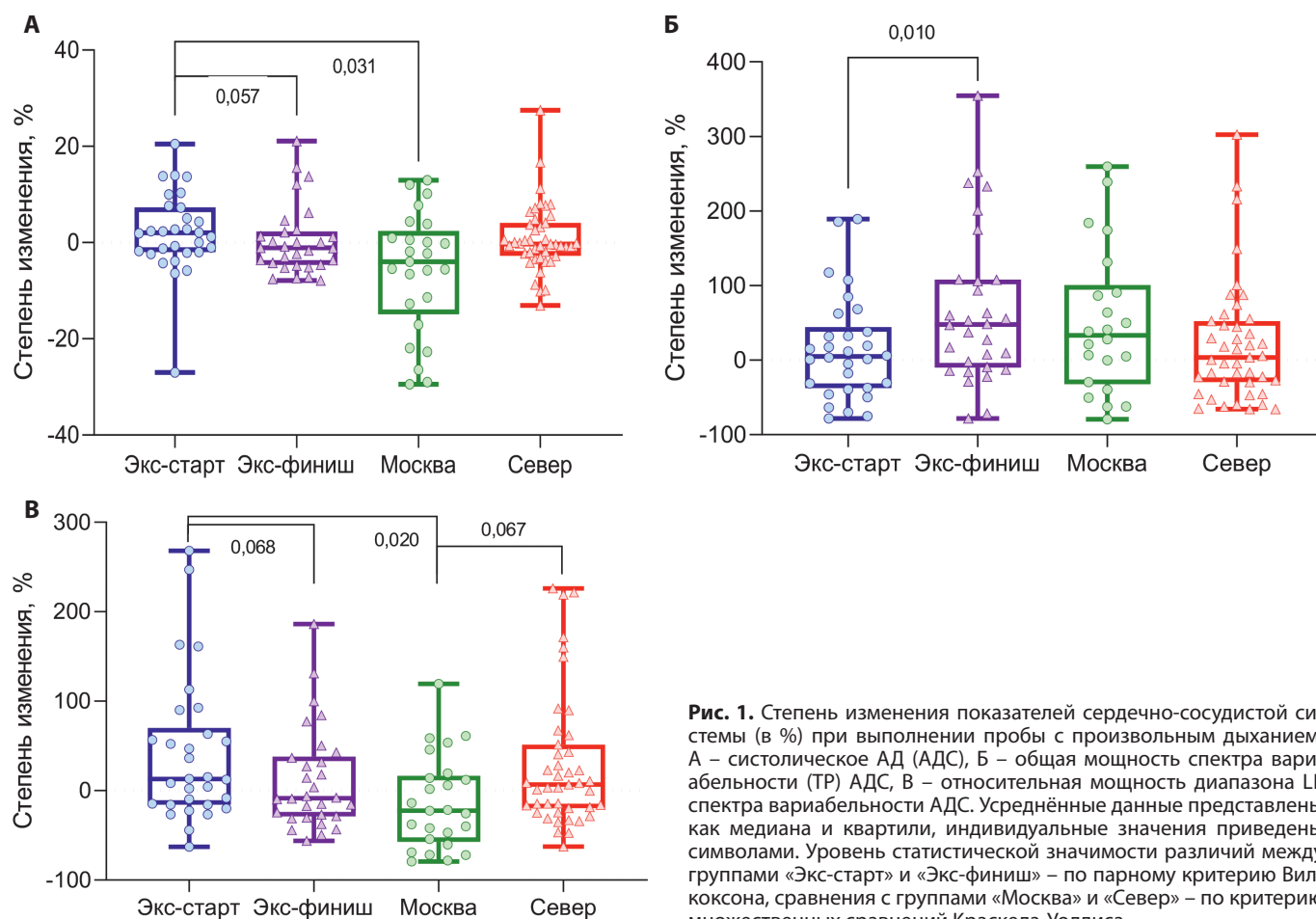
В более тяжёлой для выполнения пробе с контролируемым дыханием с частотой 6 циклов в минуту (рис. 2) отмечено наоборот, ослабление степени возрастания общей мощности спектров variability АДС и АДД, при этом снижение степени возрастания размаха колебаний достигло уровня статистической значимости только для АДД ( $p = 0,015$ ). Важно отметить,

что данной пробе мы смогли оценить изменение реактивности показателя дыхательной системы – дыхательного объёма: за время экспедиции появилась тенденция к её снижению ( $p = 0,065$ ).

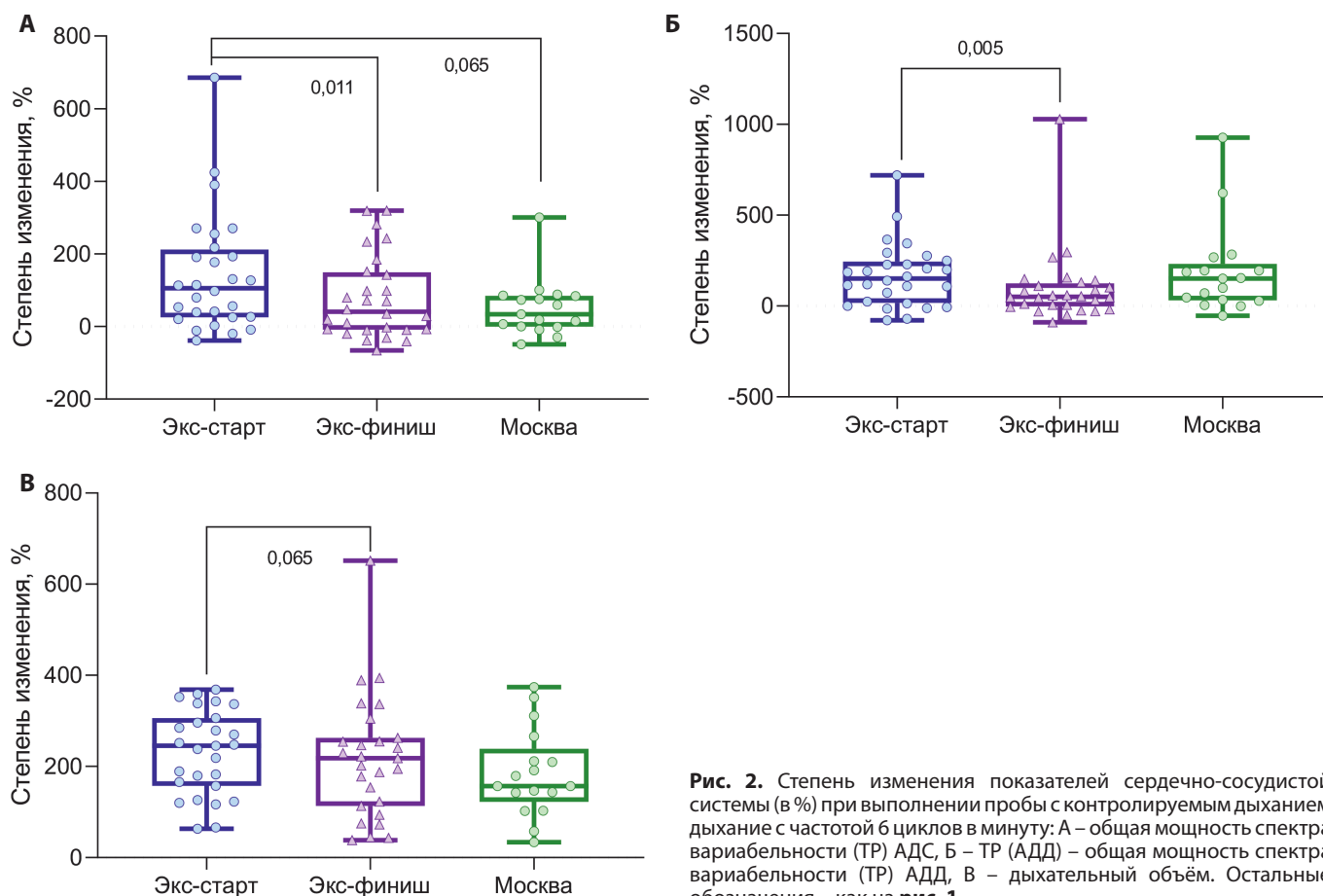
В сравнительном плане мы также отмечаем приближение (на уровне тенденции,  $p = 0,065$ ) реактивности общей мощности спектра variability АДС за время экспедиции к показателям москвичей. К сожалению, для данной функциональной пробы провести сравнения с показателями жителей Севера возможности не оказалось.

## Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что срочная адаптация к условиям Крайнего Севера сопровождается снижением реактивности дыхательной системы и изменениями реактивности показателей сердечно-сосудистой системы в дыхательных нагрузочных пробах. В более лёгкой пробе есть основания предполагать снижение вклада в регуляцию АД со стороны симпатической нервной системы. Следовательно, возрастает вклад других систем регуляции. По современным представлениям, базирующимся на новейших методах изучения головного мозга, в регу-



**Рис. 1.** Степень изменения показателей сердечно-сосудистой системы (в %) при выполнении пробы с произвольным дыханием: А – систолическое АД (АДС), Б – общая мощность спектра variability АДС, В – относительная мощность диапазона LF спектра variability АДС. Усреднённые данные представлены как медиана и квартили, индивидуальные значения приведены символами. Уровень статистической значимости различий между группами «Экс-старт» и «Экс-финиш» – по парному критерию Вилкоксона, сравнения с группами «Москва» и «Север» – по критерию множественных сравнений Краскела-Уоллиса.



**Рис. 2.** Степень изменения показателей сердечно-сосудистой системы (в %) при выполнении пробы с контролируемым дыханием дыхание с частотой 6 циклов в минуту: А – общая мощность спектра variability (TP) АДс, Б – TP (АДД) – общая мощность спектра variability (TP) АДД, В – дыхательный объем. Остальные обозначения – как на рис. 1.

ляции АД подтверждено участие лимбических структур, определяющих также эмоциональное состояние [5, 6], и гуморальных регуляторных систем, берущих начало в гипоталамусе [7, 8]. Мы предполагаем, что длительное нахождение в экстремальных климатических условиях могло изменить состояние как психогенной, так и метаболической составляющих регуляции АД.

При возрастании нагрузки (переход от произвольного к контролируемому дыханию) адаптированный организм справляется с ней легче, с более низкой реактивностью.

Полученные данные представляют интерес для планирования производственной деятельности и адаптационных мероприятий в прикладных видах спорта, особенно связанных с экстремальными климатическими условиями.

### Список литературы

1. Pankova N.B., Karganov M.Yu. Changes in the parameters of respiration, blood pressure, heart rate variability, and cardiac performance during adaptation to the conditions of high-latitude marine expedition (Franz Josef land, 2017). *Int. J. Psychophysiol.* 2018; 131S: S91. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2018.07.255
2. Pankova N.B., Alchinova I.B., Cherepov A.B., Yakovenko E.N., Karganov M.Y. Cardiovascular system parameters in participants of Arctic expeditions. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* 2020; 33(6): 819–828. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01628

3. Панкова Н.Б., Архипова Е.Н., Алчинова И.Б., Крганов М.Ю., Фесенко А.Г., Фесюн А.Д., Терновой К.С., Абакумов А.А. Сравнительный анализ методов экспресс-оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. *Вестник восстановительной медицины.* 2011; 6(46): 60–63.
4. Stauss H.M. Identification of blood pressure control mechanisms by power spectral analysis. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 2007; 34(4): 362–368. DOI: 10.1111/j.1440-1681.2007.04588.x
5. Elsaid N., Saied A., Kandil H., Soliman A., Taher F., Hadi M., Giridharan G., Jennings R., Casanova M., Keynton R., El-Baz A. Impact of stress and hypertension on the cerebrovasculature. *Front. Biosci (Landmark Ed).* 2021; 26(12): 1643–1652. DOI: 10.52586/5057
6. Wang X., Liu B., Xie L., Yu X., Li M., Zhang J. Cerebral and neural regulation of cardiovascular activity during mental stress. *Biomed. Eng. Online.* 2016; 15(Suppl 2): 160. DOI: 10.1186/s12938-016-0255-1
7. Williams B., Mancia G., Spiering W., Agabiti Rosei E., Azizi M., Burnier M., Clement D. L., Coca A., de Simone G., Dominiczak A., Kahan T., Mahfoud F., Redon J., Ruilope L., Zanchetti A., Kerins M., Kjeldsen S. E., Kreutz R., Laurent S., Lip G. Y. H., McManus R., Narkiewicz K., Ruschitzka F., Schmieder R. E., Shlyakhto E., Tsioufis C., Aboyans V., Desormais I.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur. Heart J.* 2018; 39(33): 3021–3104. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy339
8. Whelton P.K., Carey R.M., Aronow W.S., Casey D.E.Jr., Collins K.J., Himmelfarb C.D., DePalma S.M., Gidding S., Jamerson K.A., Jones D.W., MacLaughlin E.J., Muntner P., Ovbigele B., Smith S.C.Jr., Spencer C.C., Stafford R.S., Taler S.J., Thomas R.J., Williams K.A.Sr., Williamson J.D., Wright J.T.Jr. 2017 ACC/AHA/AAA/PA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College

of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*. 2018; 71(6): e13–e115. DOI: 10.1161/HYP.0000000000000065

## References

1. Pankova N.B., Karganov M.Yu. Changes in the parameters of respiration, blood pressure, heart rate variability, and cardiac performance during adaptation to the conditions of high-latitude marine expedition (Franz Josef land, 2017). *Int. J. Psychophysiol.* 2018; 131S: S91. DOI: 10.1016/j.jpsycho.2018.07.255
2. Pankova N.B., Alchinova I.B., Cherepov A.B., Yakovenko E.N., Karganov M.Y. Cardiovascular system parameters in participants of Arctic expeditions. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*. 2020; 33(6): 819–828. DOI: 10.13075/ijom.1896.01628
3. Pankova N.B., Arkhipova E.N., Alchinova I.B., Karganov M.Yu., Fesenko A.G., Fesyun A.D., Ternovoy K.S., Abakumov A.A. [Comparative analysis of methods of express assessment of the functional state of the cardiovascular system]. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny [Bulletin of Rehabilitation Medicine]*. 2011; 6(46): 60–63. (in Russian)
4. Stauss H.M. Identification of blood pressure control mechanisms by power spectral analysis. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 2007; 34(4): 362–368. DOI: 10.1111/j.1440-1681.2007.04588.x
5. Elsaid N., Saied A., Kandil H., Soliman A., Taher F., Hadi M., Giridharan G., Jennings R., Casanova M., Keynton R., El-Baz A. Impact of stress and hypertension on the cerebrovasculature. *Front. Biosci (Landmark Ed)*. 2021; 26(12): 1643–1652. DOI: 10.52586/5057
6. Wang X., Liu B., Xie L., Yu X., Li M., Zhang J. Cerebral and neural regulation of cardiovascular activity during mental stress. *Biomed. Eng. Online*. 2016; 15(Suppl 2): 160. DOI: 10.1186/s12938-016-0255-1
7. Williams B., Mancia G., Spiering W., Agabiti Rosei E., Azizi M., Burnier M., Clement D. L., Coca A., de Simone G., Dominiczak A., Kahan T., Mahfoud F., Redon J., Ruilope L., Zanchetti A., Kerins M., Kjeldsen S. E., Kreutz R., Laurent S., Lip G. Y. H., McManus R., Narkiewicz K., Ruschitzka F., Schmieder R. E., Shlyakhto E., Tsioufis C., Aboyans V., Desormais I.; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur. Heart J.* 2018; 39(33): 3021–3104. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy339
8. Whelton P.K., Carey R.M., Aronow W.S., Casey D.E.Jr., Collins K.J., Himmelfarb C.D., DePalma S.M., Gidding S., Jamerson K.A., Jones D.W., MacLaughlin E.J., Muntner P., Ovbigele B., Smith S.C.Jr., Spencer C.C., Stafford R.S., Taler S.J., Thomas R.J., Williams K. A.Sr., Williamson J.D., Wright J.T.Jr. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*. 2018; 71(6): e13–e115. DOI: 10.1161/HYP.0000000000000065

## Сведения об авторах:

*Панкова Наталия Борисовна* — доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <https://orcid.org/0000-0002-3582-817X>

*Алчинова Ирина Борисовна* — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <https://orcid.org/0000-0001-5294-7317>

*Черепов Антон Борисович* — научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <https://orcid.org/0000-0002-3757-5292>

*Буйнов Роман Петрович* — младший научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»

*Карганов Михаил Юрьевич* — доктор биологических наук, профессор, и.о. заведующего лабораторией физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»; <https://orcid.org/0000-0002-5862-8090>