УДК 612.181+612.014.43 doi: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.51

***ФЕДОСОВА Анна Александровна**, старший преподаватель кафедры физической культуры института физической культуры, спорта и туризма Петрозаводского государственного университета. Автор 9 научных публикаций*

***ГЕРАСИМОВА-МЕЙГАЛ Людмила Ивановна**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры физиологии человека и животных, патофизиологии, гистологии медицинского института Петрозаводского государственного университета. Автор 144 научных публикаций, в т. ч. 7 учебных пособий*

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИОННАЯ ВАЗОМОТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТЬЮ К ХОЛОДУ[1]

Целью настоящей работы стало изучение особенностей терморегуляционных вазомоторных реакций у людей с различной восприимчивостью к холоду. Обследовано 74 практически здоровых человека молодого возраста (32 мужчины, 42 женщины, средний возраст – 19,2±1,2 лет) – студентов Петрозаводского государственного университета: 30 чел. с высокой восприимчивостью к холоду в форме признаков усиленной холод-индуцированной вазоконстрикции (группа I), 32 чел. с нормальной переносимостью холода (группа II) и 12 чел., занимающихся зимним плаванием (группа III, с высокой переносимостью холода). Терморегуляционные вазомоторные реакции оценивали с помощью измерения температуры кожи симметричных участков рук после локального холодового теста. Вегетативную регуляцию вазомоторных реакций исследовали с помощью анализа вызванных кожных вегетативных потенциалов. Выявлено усиление терморегуляционных вазомоторных реакций в группе с высокой восприимчивостью к холоду (группа I), что проявляется замедлением восстановления температуры кожи кисти после локального охлаждения и генерализованной реакцией вазоспазма. Группы II и III демонстрировали физиологическую холод-индуцированную вазоконстрикцию (изменение температуры кожи только в пределах зоны локального охлаждения, восстановление к исходному уровню в течение 9-12 мин). По результатам анализа вызванных кожных вегетативных потенциалов в группе I выявлены признаки симпатикотонии (увеличение амплитуды 2-й фазы вызванных кожных вегетативных потенциалов). Таким образом, высокая восприимчивость к холоду, которая проявляется склонностью к реакциям вазоспастического характера, отражает изменение общей нейрогуморальной регуляции организма и напряжение неспецифических адаптационных систем, о чем свидетельствует симпатикотония. В этой связи оценка восприимчивости к холоду с помощью анализа признаков гиперреактивности сосудистых реакций может быть использована для выявления нарушений адаптации к холоду и донозологических состояний системы кровообращения при длительном действии холода.

***Ключевые слова:** адаптация к холоду, локальный холодовой тест, вызванный кожный вегетативный потенциал, донозологическая диагностика.*

---

[1]Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-07-01289).

Как известно, сосудистая система кожи человека имеет существенную гетерогенность по строению и функционированию в различных регионах тела, обеспечивая нутритивный кровоток и механизмы физической терморегуляции [1–3]. Так, холод-индуцированная вазоконстрикция, возникающая при действии холода, приводит к ограничению кровотока в поверхностных тканях, тем самым уменьшая потери тепла путем конвекции, кондукции, радиации и испарения [1, 2]. Вазоконстрикторный эффект в ответ на охлаждение возникает за счет временного ингибирования механизма эндотелий-зависимого расслабления, которое развивается за счет взаимодействия местных и системных нейро-гуморальных факторов и в значительной мере опосредовано симпатическими адренергическими влияниями [1–3].

Ранее нами было показано, что активность вазомоторных реакций в ответ на действие холода зависит от степени адаптации к холодному климату и состояния здоровья. В частности, нами выявлено повышение частоты симптомов, возникающих на основе холод-индуцированной вазоконстрикции (феномен Рейно, холодовая крапивница, ринит, одышка и др.) у лиц в начальном периоде акклиматизации к условиям Европейского Севера [4] при различной соматической патологии [5], у пациентов, перенесших острые нарушения мозгового кровообращения [6]. Учитывая то, что сосудистые реакции на холоде опосредованы активностью симпатических нервных волокон и имеют общее звено управления со стрессорной регуляцией организма, усиление вазоспазма на холоде может отражать общую напряженность функционирования адаптационных систем организма [7]. В этой связи повышенная восприимчивость к холоду может расцениваться как донозологический признак измененной реактивности регуляторных систем организма [7].

Целью проведенного исследования было изучение особенностей терморегуляционных вазомоторных реакций у людей с различной восприимчивостью к холоду.

Материалы и методы. Исследуемая группа включала 74 чел. (32 мужчины, 42 женщины в возрасте 17–23 лет, средний возраст – 19,2±1,2 лет) из числа студентов Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ), которые были привлечены на основе добровольного согласия и проинформированы о целях и методике проведения исследований. Участники исследования относились к категории практически здоровых лиц. Результаты антропометрических измерений обследованных лиц приведены в *табл. 1*. Функциональные тесты выполнены в условиях лаборатории (температура воздуха +22-24 °С, влажность – 50-60 %, скорость движения воздуха – менее 0,1 м/с) после 30-минутного нахождения испытуемого в помещении для стабилизации температуры кожи.

Таблица 1

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТУДЕНТОВ ПетрГУ, УЧАСТВУЮЩИХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Пол	Масса тела, кг	Рост, см	Индекс массы тела
Мужчины, n = 32	72,5±13,5	177,3±7,0	22,9±3,3
Женщины, n = 42	60,1±9,6	166,8±6,1	21,6±3,1

В зависимости от переносимости холода нами были выделены 3 группы: I – группа с высокой восприимчивостью к холоду (n = 30), II – группа с нормальной восприимчивостью к холоду (n = 32, группа сравнения), III – группа с высокой переносимостью холода (n = 12). Группы I и II были сформированы по результатам проведения локального холодового теста (ЛХТ), опубликованным в [8]. Группа I характеризовалась продолжительным вазоспазмом после локального охлаждения и наличием нескольких субъективных признаков холодового дискомфорта в форме холод-ассоциированных симптомов [4, 5, 7, 9]. В группе II наблюдались быстрое восстановление температуры кожи охлаждаемой кисти после проведения ЛХТ и единичные субъективные признаки холодового дискомфорта.

Группу III составили лица, которые регулярно занимаются спортивным зимним плаванием (КРО общероссийской общественной организации «Федерация закаливания и спортивного зимнего плавания», клуб «Виктория», г. Петрозаводск). Продолжительность занятий зимним плаванием спортсменов составила 1-2 года. Адаптация к холоду индуцирована путем «моржевания» (кратковременные погружения в холодную воду, начиная с нескольких секунд с октября и постепенно достигая 1 мин 45 с к концу сезона). Средняя длительность холодовой иммерсии в бассейне с температурой воды 2-4 °С на момент исследования составила 45-60 с в неделю.

Восприимчивость к холоду определяли в процессе анкетирования по наличию так называемых холод-ассоциированных симптомов (феномен Рейно, холодовая крапивница, ринит, парестезии, одышка и др.), появляющихся при действии холода [7–9]. Уровень дискомфорта, который испытывают люди, находясь в холодных условиях, оценивали с помощью визуально-аналоговой шкалы субъективного отношения к холоду, в которой 1–2 балла соответствовали низкой переносимости холода, 3–4 – умеренной, 5–6 – высокой переносимости холода [4, 5, 7, 8]. Участники группы I с высокой восприимчивостью к холоду имели 3-5 холод-ассоциированных симптомов и демонстрировали выраженное нежелание заниматься какой-либо деятельностью в холодных условиях (1–2 балла по шкале холодового дискомфорта). В группах II и III количество холод-ассоциированных симптомов было 1-2 или ни одного. Участники не испытывали такого дискомфорта, который бы лимитировал их деятельность в холодных условиях.

Для оценки динамики вазомоторных терморегуляционных реакций выполнен ЛХТ путем погружения кисти правой руки в холодную воду с тающим льдом с температурой 2-7 °С (в среднем – 3,10±1,65 °С) на 3 мин с последующей термометрией кожи и контролем гемодинамических показателей [8, 10]. Термометрия кожи проведена с помощью электронного термометра «DT 633» («A&DCompanyLTd», Япония) и тепловизора «Testo 882», в котором цветная градационная картина наблюдаемого обьекта сопоставлена с температурной шкалой. Система функций тепловизора, задаваемая программой, позволяла выявлять профили сечения распределения температуры по различным направлениям [11, 12]. Измерение температуры кожи (Тк) проведено в симметричных точках обеих рук на середине тыльной поверхности кисти, на уровне середины предплечья и локтя непосредственно перед проведением ЛХТ, затем – по его окончании и в течение последующих 15 мин с интервалом в 3 мин.

Контроль уровней систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) проведен в исходном состоянии, по окончании ЛХТ, а также на 6-й и 15-й минутах восстановительного периода. Для измерения использован полуавтоматический тонометр «UA-705» («A&D», Япония).

Оценка состояния вегетативной регуляции выполнена на основе анализа параметров вызванных кожных вегетативных потенциалов (ВКВП). Изменение электродермальной активности, которое составляет основу ВКВП, представляет собой надсегментарный соматовегетативный рефлекс, опосредованный симпатическими возбуждающими или тормозящими влияниями [10, 13]. Для регистрации ВКВП был использован прибор «ВНС-спектр» («Нейрософт», г. Иваново). ВКВП ладоней обеих рук регистрировали при однократной зрительной стимуляции (серия из 5-7 стимулов длительностью 20 мс) согласно методическим рекомендациям [10, 13]. Анализировали латентный период ВКВП (L, с), который отражает скорость проведения по вегетативным нервным волокнам, амплитуду и длительность восходящих части 1-й фазы ВКВП (соответственно, A_1, S_1), в свою очередь отражающей активацию трофотропных влияний, и 2-й фазы ВКВП (соответственно, A_2, S_2), характеризующей активацию эрготропных влияний [13].

Анализ результатов выполнен с использованием методов вариационной статистики. Зависимость изучаемых параметров от восприимчивости к холоду оценивали с помощью критерия Краскела-Уоллиса и непараметрических

критериев Кендал-Тау, гамма. Достоверными считали результаты при уровне значимости *p* менее 0,05. Обработка и анализ результатов проводились с помощью пакета «Statgraphics».

Результаты и обсуждение. Исследуемая группа в исходном состоянии характеризовалась нормальными значениями гемодинамических параметров: САД в среднем по группе составило 111±9 мм рт. ст., ДАД – 67±8 мм рт. ст., ЧСС – 69±10 мин$^{-1}$. Существенных изменений артериального давления и ЧСС в ходе проведения ЛХТ не наблюдалось ни в одной группе, что может быть связано со сниженной реактивностью центрального звена кровообращения в результате имеющейся у испытуемых климатической адаптации. Аналогичные результаты описаны в публикации L. Jansky и соавторов [14] при исследовании лиц, адаптированных к холоду. В противоположность здоровым лицам у больных с патологией системы кровообращения, как правило, наблюдаются выраженные гипертензивные реакции при проведении ЛХТ [15].

Исходная Тк кистей составила в среднем 30,4±0,5 °С, на середине предплечья – 31,4±0,4 °С, в области локтя – 31,8±0,3 °С. После 3 мин охлаждения происходило снижение Тк кисти охлаждаемой руки в среднем до 26,7±0,9 °С. Затем в течение 15 мин происходило постепенное восстановление Тк в среднем до 28,6±0,5 °С. Динамика Тк кисти в ходе проведения ЛХТ имела различия в зависимости от восприимчивости к холоду. Изменение Тк кисти при проведении ЛХТ представлены в *табл. 2*.

Группа I с высокой восприимчивостью к холоду характеризовалась усиленной холод-индуцированной вазоконстрикцией, которая проявлялась замедленным восстановлением Тк кисти после охлаждения. В этой же группе наблюдались низкая по сравнению с группой II ($p < 0,05$) Тк на предплечье охлаждаемой руки, а также на кисти и предплечье контралатеральной конечности, что свидетельствует о распространенном характере терморегуляционных вазомоторных реакций. Многочисленные исследования, в которых наблюдались такие же перекрестные реакции в ответ на локальное охлаждение, описаны в обзоре М.И. Бочарова [16]. Аналогичный характер вазомоторных реакций мы наблюдали ранее при исследовании пациентов в восстановительном периоде ишемического гемодинамического инсульта [6].

Динамика Тк в ходе проведения ЛХТ у участников групп II и III может расцениваться как физиологическая холод-индуцированная вазоконстрикция, для которой характерно временное изменение Тк в пределах охлаждаемой кисти [1, 2, 3, 8]. Распространения реакции вазоспазма до зоны предплечья и перекрестных вазомоторных реакций на интактной конечности не выявлено.

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛИ Тк КИСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛХТ У СТУДЕНТОВ ПетрГУ, mean±SD, ºС

Период исследования	Охлаждаемая рука			Контралатеральная рука		
	Группа I	Группа II	Группа III	Группа I	Группа II	Группа III
Исходное значение	28,7±0,8##	31,4±0,5	31,1±1,7	28,8±0,8##	31,1±0,5	31,0±1,7
После ЛХТ	22,1±1,0***###	26,7±0,9***	20,4±3,1***#	27,7±0,9##	30,6±0,5	31,1±1,6
Через 3 мин	22,2±1,2***###	28,2±0,7***	24,2±2,8***	26,5±0,7*###	30,3±0,5	31,1±1,6
Через 6 мин	24,4±0,4***###	28,6±0,5**	26,2±2,5***	28,2±0,7###	31,1±0,5	31,3±1,8
Через 9 мин	24,6±0,3***###	29,7±0,4	27,7±2,6**	27,7±0,7###	31,7±0,4	31,5±1,9
Через 12 мин	24,9±0,4***###	30,0±0,4	29,0±2,5*	28,1±0,7###	31,8±0,3	31,7±1,9
Через 15 мин	25,1±0,4*###	30,7±0,3	30,2±2,4	28,1±0,7###	31,9±0,3	31,7±1,9

Примечание: различия достоверны: от исходного значения при: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; от параметра группы II при: # – $p < 0,05$, ## – $p < 0,01$, ### – $p < 0,001$.

Как известно, с помощью анализа ВКВП оцениваются главным образом судомоторные реакции [10, 13, 17]. Однако, по некоторым данным, регистрируемая электродермальная активность может также отражать регуляцию вазомоторных реакций [1, 2].

Результаты анализа ВКВП в зависимости от восприимчивости к холоду представлены в *табл. 3*. Нами выявлены межгрупповые различия по некоторым параметрам ВКВП, которые согласуются с функциональным состоянием сосудистых терморегуляционных реакций. Так, в группе I отмечены более высокие значения амплитуды 2-й фазы ВКВП (A_2), характеризующей активность эрготропных центров вегетативной системы [13]. Это свидетельствует о неадекватности адаптации организма к средовым факторам. Так, была показана более выраженная склонность к вазоконстрикции при проведении ЛХТ у лиц с повышенной чувствительностью к гипоксии [18] и при повышении психоэмоционального напряжения [19].

Выявленные нами у практически здоровых лиц изменения холод-индуцированной реактивности в форме усиления терморегуляционных вазомоторных реакций в сочетании с признаками симпатикотонии, согласно данным анализа ВКВП, являются ранними признаками нарушения адаптации и отражают функциональную перестройку регуляторных систем организма, находящегося в донозологическом состоянии.

Таблица 3

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВКВП У СТУДЕНТОВ ПетрГУ, УЧАСТВУЮЩИХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ, mean±SD

Показатель	Группа I	Группа II	Группа III	Вся группа	Значимость критерия Краскела-Уоллиса
Латентность, с	1,61±0,32* (III)	1,50±0,34	1,38±0,31	1,50±0,34	$p < 0,05$
A_1, мкВ	1,39±1,68	1,00±0,91	0,85±0,36	1,06±1,07	нд
S_1, с	1,36±0,51	1,18±0,61	1,15±0,56	1,21±0,58	нд
A_2, мкВ	4,09±2,33* (III)	2,40±2,34	2,23±1,60	2,75±2,26	$p < 0,05$
S_{2A}, с	2,07±1,43	1,74±1,19	1,64±1,01	1,80±1,22	нд
S_{2B}, с	2,62±0,86	2,26±0,96	2,77±1,19* (II)	2,45±1,01	$p < 0,05$

Примечание: нд – недостоверный.

о повышенной активности симпатической нервной системы в данной группе [13, 17] и выраженном участии адренергических механизмов в холод-индуцированной вазоконстрикции у лиц с высокой восприимчивостью к холоду.

Ранее нами были отмечены аналогичные признаки симпатикотонии у мигрантов в начальном периоде акклиматизации к холоду, которые сопровождались также частым появлением различных холод-ассоциированных симптомов [4, 7]. Также у лиц с усиленной холод-индуцированной вазоконстрикцией были отмечены изменения временных и спектральных параметров вариабельности ритма сердца дезадаптивного характера [8]. В этой связи выявляемая на холоде склонность к реакциям вазоспастического типа может свидетельствовать

Заключение. Высокая восприимчивость к холоду, проявляющаяся в склонности к реакциям вазоспастического характера, указывает на изменение общей регуляции организма и напряжение неспецифических адаптационных систем; об этом свидетельствует симпатикотония. Полученные результаты анализа ВКВП у лиц с различной восприимчивостью к холоду подтверждают ранее описанные изменения вариабельности ритма сердца дезадаптивного характера [8]. Таким образом, оценку восприимчивости к холоду с помощью анализа признаков гиперреактивности сосудистых реакций можно использовать для того, чтобы выявлять нарушения адаптации к холоду и донозологических состояний системы кровообращения при длительном действии холода.

Список литературы

1. *Johnson J.M., Minson C.T., Kellogg D.L.* Cutaneous Vasodilator and Vasoconstrictor Mechanisms in Temperature Regulation // Compr. Physiol. 2014. Vol. 4, № 1. P. 33–89.

2. *Tansey E.A., Johnson C.D.* Recent Advances in Thermoregulation // Adv. Physiol. Educ. 2015. Vol. 39, № 3. P. 139–148.

3. *Flavahan N.A.* A Vascular Mechanistic Approach to Understanding Raynaud Phenomenon // Nat. Rev. Rheumatol. 2015. Vol. 11, № 3. P. 146–158.

4. *Герасимова Л.И.* Влияние длительности проживания на Европейском Севере на частоту холод-ассоциированных симптомов // Вестн. РУДН. Сер.: Медицина. 2000. № 3. С. 35–38.

5. *Герасимова Л.И.* Частота холод-ассоциированных симптомов у пациентов с терапевтической патологией // Вестн. РУДН. Сер.: Медицина. 2003. № 5. С. 61–65.

6. *Берлогина С.Ю., Герасимова Л.И.* Вегетативная регуляция в системе кровообращения у лиц в раннем восстановительном периоде ишемического гемодинамического инсульта // Фундам. исслед. 2011. № 10–3. С. 477–480.

7. *Герасимова Л.И.* Роль дезадаптации к холоду в развитии донозологических состояний в условиях Севера // Патогенез. 2007. Т. 5, № 1–2. С. 38–41.

8. *Герасимова Л.И., Федосова А.А.* Особенности вегетативной регуляции у лиц с различной восприимчивостью к холоду // Физиология человека. 2016. Т. 42, № 2. С. 127–133.

9. *Näyhä S., Hassi J., Jousilahti P., Laatikainen T., Ikäheimo T.M.* Cold-Related Symptoms Among the Healthy and Sick of the General Population: National FINRISK Study Data, 2002 // Public Health. 2011. Vol. 125, № 6. P. 380–388.

10. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение / под ред. А.М. Вейна. М., 2003.

11. *Tse J., Rand C., Carroll M., Charnay A., Gordon S., Morales B.* Determining Peripheral Skin Temperature: Subjective *versus* Objective Measurements // Acta Paediatr. 2016. Vol. 105, № 3. P. 126–131.

12. *Zaproudina N., Varmavuo V., Airaksinen O., Närhi M.* Reproducibility of Infrared Thermography Measurements in Healthy Individuals // Physiol. Meas. 2008. Vol. 29, № 4. P. 515–524.

13. *Одинак М.М., Котельников С.А., Шустов Е.Б.* Вызванные кожные вегетативные потенциалы: методические указания. СПб.; Иваново, 1999.

14. *Jansky L., Matouskova E., Vavra V., Vybiral S., Jansky P., Jandova D., Knizkova I., Kunc P.* Thermal, Cardiac and Adrenergic Responses to Repeated Local Cooling // Physiol. Res. 2006. Vol. 55. P. 543–549.

15. *Окунева Г.Н., Чернявский А.М., Булатецкая Л.М., Клинкова А.С.* Диагностическое значение исследования микроциркуляции и выраженности гипертонической реакции на локальный холодовой тест у пациентов с ишемической болезнью сердца // Артер. гипертензия. 2009. Т. 15, № 5. С. 603–609.

16. *Бочаров М.И.* Терморегуляция организма при холодовых воздействиях (обзор). Сообщение I // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2015. № 1. С. 5–15.

17. *Vetrugno R., Liguori R., Cortelli P., Montagna P.* Sympathetic Skin Response: Basic Mechanisms and Clinical Applications // Clin. Auton. Res. 2003. Vol. 13, № 4. P. 256–270.

18. *Максимов А.Л.* Информативность температурных реакций кисти при воздействии на человека гипоксических факторов // Физиология человека. 2005. Т. 31, № 3. С. 108–117.

19. *Максимов А.Л., Дорохова А.С., Бартош Т.П.* Особенности психофизиологических свойств нервной системы подростков с различными типами температурной реакции кисти на холодовое воздействие // Валеология. 2010. № 2. С. 72–78.

References

1. Johnson J.M., Minson C.T., Kellogg D.L. Cutaneous Vasodilator and Vasoconstrictor Mechanisms in Temperature Regulation. *Compr. Physiol.*, 2014, vol. 4, no. 1, pp. 33–89.

2. Tansey E.A., Johnson C.D. Recent Advances in Thermoregulation. *Adv. Physiol. Educ.*, 2015, vol. 39, no. 3, pp. 139–148.

3. Flavahan N.A. A Vascular Mechanistic Approach to Understanding Raynaud Phenomenon. *Nat. Rev. Rheumatol.*, 2015, vol. 11, no. 3, pp. 146–158.

4. Gerasimova L.I. Vliyanie dlitel'nosti prozhivaniya na Evropeyskom Severe na chastotu kholod-assotsiirovannykh simptomov [Influence of a Lifetime in the European North on the Incidence of Cold-Associated Symptoms]. *Vestnik RUDN. Ser.: Meditsina*, 2000, no. 3, pp. 35–38.

5. Gerasimova L.I. Chastota kholod-assotsiirovannykh simptomov u patsientov s terapevticheskoy patologiey [Frequency of Cold-Associated Symptoms in Patients with a Therapeutic Pathology]. *Vestnik RUDN. Ser.: Meditsina*, 2003, no. 5, pp. 61–65.

6. Berlogina S.Yu., Gerasimova L.I. Vegetativnaya regulyatsiya v sisteme krovoobrashcheniya u lits v rannem vosstanovitel'nom periode ishemicheskogo gemodinamicheskogo insul'ta [Autonomic Regulation of the Cardiovascular System in Early Recovery Period After Ischemic Hemodynamic Stroke]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2011, no. 10–3, pp. 477–480.

7. Gerasimova L.I. Rol' dezadaptatsii k kholodu v razvitii donozologicheskikh sostoyaniy v usloviyakh Severa [The Role of Maladjustment to the Cold in the Development of Prenosological Conditions in the North]. *Patogenez*, 2007, vol. 5, no. 1–2, pp. 38–41.

8. Gerasimova L.I., Fedosova A.A. Characteristics of the Autonomic Regulation in Humans with Different Susceptibility to Cold. *Human Physiology*, 2016, vol. 42, no. 2, pp. 227–233.

9. Näyhä S., Hassi J., Jousilahti P., Laatikainen T., Ikäheimo T.M. Cold-Related Symptoms Among the Healthy and Sick of the General Population: National FINRISK Study Data, 2002. *Public Health*, 2011, vol. 125, no. 6, pp. 380–388.

10. *Vegetativnye rasstroystva: klinika, diagnostika, lechenie* [Autonomic Disorders: Clinical Picture, Diagnosis, Treatment]. Ed. by Veyn A.M. Moscow, 2003.

11. Tse J., Rand C., Carroll M., Charnay A., Gordon S., Morales B. Determining Peripheral Skin Temperature: Subjective versus Objective Measurements. *Acta Paediatr.*, 2016, vol. 105, no. 3, pp. 126–131.

12. Zaproudina N., Varmavuo V., Airaksinen O., Närhi M. Reproducibility of Infrared Thermography Measurements in Healthy Individuals. *Physiol. Meas.*, 2008, vol. 29, no. 4, pp. 515–524.

13. Odinak M.M., Kotel'nikov S.A., Shustov E.B. Vyzvannye kozhnye vegetativnye potentsialy: metodicheskie ukazaniya [Skin Sympathetic Response: Guidelines]. St. Petersburg, Ivanovo, 1999.

14. Jansky L., Matouskova E., Vavra V., Vybiral S., Jansky P., Jandova D., Knizkova I., Kunc P. Thermal, Cardiac and Adrenergic Responses to Repeated Local Cooling. *Physiol. Res.*, 2006. vol. 55, pp. 543–549.

15. Okuneva G.N., Chernyavskiy A.M., Bulatetskaya L.M., Klinkova A.S. Diagnosticheskoe znachenie issledovaniya mikrotsirkulyatsii i vyrazhennosti gipertonicheskoy reaktsii na lokal'nyy kholodovoy test u patsientov s ishemicheskoy bolezn'yu serdtsa [Diagnostic Value of Assessment of Microcirculation and of Pressor Response to Cold Stressor Test in Patients with Coronary Artery Disease]. *Arterial'naya gipertenziya*, 2009, vol. 15, no. 5, pp. 603–609.

16. Bocharov M.I. Termoregulyatsiya organizma pri kholodovykh vozdeystviyakh (obzor). Soobshchenie I. [Thermoregulation in Cold Environments (Review). Report I]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2015, no. 1, pp. 5–15.

17. Vetrugno R., Liguori R., Cortelli P., Montagna P. Sympathetic Skin Response: Basic Mechanisms and Clinical Applications. *Clin. Auton. Res.*, 2003, vol. 13, no. 4, pp. 256–270.

18. Maksimov A.L. Informativnost' temperaturnykh reaktsiy kisti pri vozdeystvii na cheloveka gipoksicheskikh faktorov [Informative Value of Changes in Hand Skin Temperature in Response to Hypoxic Exposure]. *Human Physiology*, 2005, vol. 31, no. 3, pp. 337–345.

19. Maksimov A.L., Dorokhova A.S., Bartosh T.P. Osobennosti psikhofiziologicheskikh svoystv nervnoy sistemy podrostkov s razlichnymi tipami temperaturnoy reaktsii kisti na kholodovoe vozdeystvie [Psychophysiological Properties of the Nervous System in Adolescents with Various Types of Hand Temperature Responses to Cold Exposure]. *Valeologiya*, 2010, no. 2, pp. 72–78.

doi: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.51

Anna A. Fedosova
Institute of Physical Education, Sports and Tourism, Petrozavodsk State University
33 prosp. Lenina, Petrozavodsk, 185910, Russian Federation;
e-mail: anna-fedosova@bk.ru

Liudmila I. Gerasimova-Meigal
Institute of Medicine, Petrozavodsk State University
33 prosp. Lenina, Petrozavodsk, 185910, Russian Federation;
e-mail: gerasimova@petrsu.ru

THERMOREGULATORY VASOMOTOR ACTIVITY IN HUMANS WITH VARIOUS DEGREES OF SENSITIVITY TO COLD

This study aimed to investigate thermoregulatory vasomotor responses in humans with various degrees of sensitivity to cold. Seventy four healthy young people (32 men and 42 women, mean age 19.2 ± 1.2 years) were examined: 30 subjects with high sensitivity to cold and signs of aggravated cold-induced vasoconstriction (group I), 32 subjects with normal cold tolerance (group II), and 12 winter swimmers (group III, with high cold tolerance). Thermoregulatory vasomotor responses were evaluated by measuring skin temperature of symmetrical parts of hands after cold pressor test. Autonomic regulation of vasomotor responses was investigated using skin sympathetic response (SSR) analysis. Group I showed increased thermoregulatory vasomotor responses in the form of slow rewarming after local cooling combined with generalized vasoconstriction. Groups II and III demonstrated physiological cold-induced vasoconstriction (changes in skin temperature in the region under local cooling and rewarming to the reference values within 9–12 minutes). The SSR analysis revealed increased sympathetic activity (higher amplitude of the 2nd phase of skin sympathetic response) in group I. Thus, high sensitivity to cold, which is manifested in susceptibility to vasoconstriction, reflects the changes in the body's general neurohumoral regulation and the strain of nonspecific adaptation systems. In this regard, evaluation of sensitivity to cold by analysing vascular hyperactivity can be applied to diagnose impaired adaptation to cold and premorbid states of the circulatory system under long-term cold exposure.

Keywords: *adaptation to cold, cold pressor test, skin sympathetic response, preclinical diagnosis.*

Контактная информация:
Федосова Анна Александровна
адрес: 185910, г. Петрозаводск, просп. Ленина, д. 33;
e-mail: anna-fedosova@bk.ru

Герасимова-Мейгал Людмила Ивановна
адрес: 185910, г. Петрозаводск, просп. Ленина, д. 33;
e-mail: gerasimova@petrsu.ru