

УДК 612.1/.8

DOI: 10.25688/2076-9091.2024.54.2.03

Алексей Александрович Медведев¹,
Людмила Владимировна Соколова²

¹ *Северный государственный медицинский университет,
Россия, Архангельск*

² *Московский государственный университет спорта и туризма,
Москва, Россия*

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КИСТЕЙ РУК КОРЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ ЮЖНОЙ АЗИИ В ПЕРИОД СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

Аннотация. В статье представлены результаты корреляционного анализа параметров индивидуальной кожной температурной чувствительности и некоторых температурных параметров кожи кистей рук у коренных жителей двух климатических регионов Земли — Южной Азии (Индия) и Европейского Севера России. Актуальность представленного исследования обусловлена необходимостью изучения адаптационного процесса в организме людей, оказавшихся в результате миграции в нетипичных, экстремальных климатических условиях, которые неизбежно приводят к определенным изменениям функционального состояния организма. Одним из важнейших элементов адаптационного процесса в данном случае выступает система терморегуляции, совмещающая в себе показатели температурного восприятия — пороги температурной чувствительности и показатели температуры тела. В связи с этим изучение возможных корреляционных связей между температурой тела и температурной чувствительностью является целью представленного исследования.

Основным методом в данной работе является математический корреляционный анализ по критерию Пирсона. Было проанализировано 96 показателей в двух выборках (группах) по 24 обследованных в каждой на двух этапах исследования. Установлено, что у коренных жителей Европейского Севера России (студенты-северяне) существует значимая прямая корреляция между порогом холодовой чувствительности, с одной стороны, и различными температурными параметрами — с другой (коэффициент корреляции Пирсона по разным параметрам от 0,479 до 0,550). В группе коренных жителей Южной Азии (студенты-индийцы) корреляция прослеживается только между порогом холодовой чувствительности и температурой кожи (коэффициент корреляции Пирсона 0,535) на первом этапе исследования (в первый месяц пребывания в нетипичных климатических условиях). Установленные факты позволяют оценить степень развития адаптационного синдрома, а также считать появление корреляционных зависимостей признаком достижения состояния адаптированности.

Ключевые слова: адаптация, терморегуляция, температура, температурная чувствительность, корреляционный анализ

UDC 612.1/.8

DOI: 10.25688/2076-9091.2024.54.2.03

Alexey Alexandrovich Medvedev¹,
Lyudmila Vladimirovna Sokolova²

¹ Northern State Medical University,
Arkhangelsk, Russia

² Moscow State University of Sports and Tourism,
Moscow, Russia

**INTERRELATION OF TEMPERATURE INDICATORS
AND TEMPERATURE SENSITIVITY OF THE HANDS
OF THE INDIGENOUS PEOPLE OF SOUTH ASIA
DURING THE PERIOD OF URGENT ADAPTATION
TO THE CONDITIONS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA**

Abstract. The article presents the results of a correlation analysis of the parameters of individual skin temperature sensitivity and several temperature parameters of the skin of the hands of the indigenous inhabitants of two climatic regions of the Earth — South Asia (India) and the European North of Russia. The relevance of the presented research is due to the need to study the adaptation process in the body of people who find themselves as a result of migration in atypical, extreme climatic conditions, which inevitably lead to certain changes in the functional state of the body. One of the most important elements of the adaptation process in this case is the thermoregulation system, which combines indicators of temperature perception — thresholds of temperature sensitivity and body temperature indicators. In this regard, the study of possible correlations between body temperature and temperature sensitivity is the purpose of the presented study.

The main method in this work is mathematical correlation analysis according to the Pearson criterion. 96 indicators were analyzed in two samples (groups) of 24 surveyed in each at two stages of the study. It has been established that the indigenous inhabitants of the European North of Russia (northern students) have a significant direct correlation between the threshold of cold sensitivity on the one hand and various temperature parameters on the other (Pearson correlation coefficient for various parameters from 0.479 to 0.550). In the group of indigenous people of South Asia (indian students), the correlation is traced only between the threshold of cold sensitivity and skin temperature (Pearson correlation coefficient 0.535) at the first stage of the study (in the first month of stay in atypical climatic conditions). The established facts allow us to assess the degree of development of the adaptation syndrome, as well as to consider the appearance of correlation dependencies as a sign of achieving a state of adaptation.

Keywords: adaptation, thermoregulation, temperature, temperature sensitivity, correlation analysis

Введение

Терморцепторный аппарат, представленный многочисленными холодовыми и тепловыми рецепторами кожи и слизистых оболочек дыхательных путей, является первым звеном в цепи терморегуляционных реакций организма, возникающих при изменении внешних температурных условий. Информация о температуре окружающей среды, получаемая рецепторами, передается в ЦНС, где перерабатывается и преобразуется в терморегуляционные ответы, представленные сосудистыми реакциями, метаболическими изменениями в различных термогенных структурах тела. К настоящему времени известно, что наиболее быстрые терморегуляционные реакции можно наблюдать при холодовом воздействии на организм [5, 14]. Отчасти это обусловлено анатомическими особенностями терморцепторного аппарата кожи: рецепторов, реагирующих на низкие температуры (холодовые точки) в коже значительно больше, чем тепловых рецепторов, и локализованы они значительно ближе к поверхности [17]. Наиболее типичной реакцией на охлаждение можно считать вазоконстрикцию капилляров и других мелких поверхностных сосудов, что неизбежно приводит к уменьшению теплопотерь, а значит и к снижению температуры поверхности тела. Нередко периферическую вазоконстрикцию при локальном охлаждении можно наблюдать как общую генерализованную сосудистую реакцию, проявляющуюся в различных отделах тела. Обусловлена такая реакция, как правило, активацией симпатoadреналовой системы, действующей как по нервному, так и по гуморальному пути [3, 10]. Таким образом, температурную кожную чувствительность и температуру поверхности кожи можно рассматривать как два крайних элемента в последовательности общего процесса терморегуляции, направленного на поддержание температурного гомеостаза. Особо значимую роль для организма терморегуляция приобретает в период развития адаптационного процесса к меняющимся температурным условиям, например при адаптации к холодному климату. Ранние исследования показывают, что в организме людей, принадлежащих к разным климато-географическим популяциям, могут наблюдаться большие отличия в процессах терморцепции, термогенеза и терморегуляции [6, 15]. Кроме того, изменение климатических условий неизбежно ведет к многочисленным анатомо-физиологическим перестройкам в организме, среди которых можно выделить увеличение плотности холодовых рецепторов [7], повышение термогенной активности бурой жировой ткани [1], повышение теплотворной функции скелетной мускулатуры [12]. Известно, что состояние адаптированности человека к холоду может проявляться различными типами: метаболическим, изоляционным и гипотермическим [16]. Однако любой из них сопровождается существенным изменением первого звена терморегуляционного процесса — рецепторного, при котором существенно возрастает количество активно функционирующих холодовых точек на коже, а также

изменяется режим импульсной активности некоторых болевых рецепторов, которые начинают проявлять свою активность при охлаждающем воздействии [8]. Повышение чувствительности к холоду в таком случае можно рассматривать в качестве компенсаторно-адаптационного механизма, направленного на повышение точности управления системами регуляции и оптимизацию процессов терморегуляции на холоде, на поддержание активности мозга и повышение мощности систем регулирования в условиях низких температур [4]. Исследования особенностей кожной терморепции, проведенные в группах людей, относящихся к различным климатическим популяциям, показывают отличия в порогах чувствительности к холоду. Так, представители жарких регионов Земли отличаются более низкими порогами холодových ощущений, которые, однако, повышаются в процессе адаптации к холодным климатическим условиям [6, 11, 13]. Учитывая вышесказанное, возможно предположить наличие корреляций между различными физиологическими параметрами терморегуляции организма, что и стало целью данного исследования.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие две группы студентов-добровольцев медицинского вуза (СГМУ, Архангельск), обучающихся на первом курсе. Первая группа сформирована из обучающихся, постоянно проживающих с момента рождения на Европейском Севере России (студенты-северяне) общей численностью 24 человека, из которых 12 девушек и 12 юношей возрастом 18–20 лет. Вторая исследуемая группа включала студентов-первокурсников — коренных жителей Южной Азии, — впервые приехавших на территорию Европейского Севера России из Индии (студенты-индийцы) для обучения в медицинском вузе (11 девушек и 13 юношей). У всех обследованных лиц в двукратной повторности — осенью (октябрь – ноябрь — 1-й этап измерений) и через полгода — весной (апрель – май — 2-й этап измерений) были определены следующие показатели:

1) порог температурной холодной чувствительности кожи кистей рук (индивидуальная чувствительность к холодovому воздействию). Данный показатель определялся с помощью аппаратного комплекса TSA-II (Израиль), термодатчик которого прикреплялся к медиальной стороне кисти правой руки.

2) температура кожи медиальной поверхности кистей рук. Измерение температуры производилось с помощью тепловизионной камеры NEC-900 (Япония) в двух состояниях: в фоновом состоянии в помещении с комфортной температурой воздуха (22–23° С) и в течение пятиминутного восстановительного периода после применения локальной односторонней холодной пробы (погружения кисти руки в холодную воду с температурой 6° С на 1 минуту) [16].

Данная холодовая проба использовалась для выявления особенностей терморегуляционных ответов организма. В течение пятиминутного восстановительного периода после окончания холодового воздействия производились снимки кистей тепловизионной камерой с интервалом в 1 минуту с расстояния 1,3 метра от обследуемого участка тела под углом 45° к диагностируемой поверхности. Таким образом, для каждого обследованного была получена серия из 7 снимков в фоновом состоянии, в момент окончания холодового воздействия (после извлечения руки из холодной воды), через 1, 2, 3, 4 и 5 минуты после окончания холодового воздействия.

Обработка полученных снимков производилась с помощью программы Thermography Studio, включенной в комплекс тепловизионной камеры NEC-900, при помощи которой были сделаны соответствующие снимки.

Все измерения по определению порогов температурной чувствительности и температуры кожи кистей рук проводились в помещении с комфортной температурой $+24^\circ\text{C}$ и относительной влажностью воздуха 50–55 %. Перед началом исследования испытуемые в течение 10 минут находились в помещении лаборатории, где проводился эксперимент, для формирования устойчивого температурного баланса между внутренней средой организма и условиями окружающей среды.

В результате измерений на двух этапах исследования получены данные по значению порогов индивидуальной температурной чувствительности и температуры кожи кистей рук, а также о степени снижения и восстановления температуры при использовании локальной холодовой пробы для всех участников обследования — юношей и девушек в обеих исследуемых группах. Степень снижения и восстановления температуры кисти руки определялась как процентное значение температуры в момент окончания холодового воздействия и по окончании пятой минуты восстановительного периода после применения локальной холодовой пробы соответственно по отношению к фоновой (начальной) температуре. Все данные измерений были обработаны в программе IBM SPSS Statistics 21 статистическими методами: определена нормальность распределения по критерию Шапиро – Уилка, корреляционный анализ данных по температурной чувствительности и температурным показателям кожи выполнен по критерию Пирсона, уровень достоверности для всех полученных данных отмечался на уровне $p < 0,05$. В рамках корреляционного анализа определялись зависимости между уровнем температурной (холодовой) чувствительности и температурными показателями — фоновой температурой, степенью снижения температуры при воздействии локальной холодовой пробы и степенью восстановления температуры по отношению к фоновой по истечении 5 минут после окончания действия локальной холодовой пробы.

Результаты исследования

В результате проведенной работы во всех группах обследованных были получены данные по уровням средневзвешенной температуры кожи кистей рук, выявлены пороги индивидуальной температурной чувствительности. Все указанные показатели получены в 1-й и 2-й этапы измерений, которые, в свою очередь, согласно А. П. Авцыну, соответствуют стадии адаптивного напряжения [2] для группы студентов-индийцев.

Полученные данные показали, что в группе студентов-северян пороги холодовой чувствительности в двух этапах исследования не имеют значимых отличий, а в группе приезжих студентов-индийцев происходит значимое повышение порога холодовой чувствительности от первого ко второму этапу исследования. Значимых изменений в параметрах температуры кистей рук в обеих группах между двумя этапами обследования выявлено не было. Средние значения измеренных показателей, которые в дальнейшем были использованы в корреляционном анализе, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средние значения порогов температурной (холодовой) чувствительности и температуры кисти руки в обследованных группах

Этапы	Порог температурной (холодовой) чувствительности, °С	Средневзвешенная температура кисти руки, °С / % от фоновой температуры		
		Фоновая температура	В момент окончания холодового воздействия	По истечении 5 минут после холодового воздействия
Студенты-индийцы, $n = 24$				
1-й этап	28,6	27,7 / 100 **	21,7 / 78,3*	25,1 / 90,6**
2-й этап	27,9*	27,5 / 100 **	21,4 / 77,8	25,4 / 92,4*
Студенты-северяне, $n = 24$				
1-й этап	28,8	30,6 / 100 **	22,1 / 72,2*	29,3 / 95,8**
2-й этап	29,0*	30,8 / 100 **	23,4 / 76	30,0 / 97,4*

Примечание: различия достоверны между группами, * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$.

Представленные результаты свидетельствуют о более низкой фоновой температуре кисти в группе обследованных студентов-индийцев, а также о менее выраженном падении температуры при воздействии холодовой пробы и медленном ее восстановлении после окончания холодового воздействия в сравнении с группой студентов-северян. Указанные температурные отличия сочетаются с более высокими порогами холодовой чувствительности в группе индийских студентов. Статистическая значимость различий между двумя группами в большинстве случаев сохраняется на всех этапах исследования. В результате корреляционного анализа между уровнем температурной

чувствительности и различными температурными показателями установлены некоторые значимые связи, степень выраженности которых, согласно коэффициенту Пирсона, представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Коэффициент корреляции между показателями порога
холодовой чувствительности и температурными параметрами
кожи кисти руки в обследованных группах**

	Температура кожи (фоновое значение)				Степень снижения температуры в момент охлаждения (по отношению к фоновой)				Степень восстановления температуры после охлаждения (по отношению к фоновой)				
	1-й этап		2-й этап		1-й этап		2-й этап		1-й этап		2-й этап		
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	
Порог холодовой чувствительности	Студенты-индийцы, <i>n</i> = 24												
	1-й этап	0,535	0,01	–	–	–0,26	0,217	–	–	0,371	0,74	–	–
	2-й этап	–	–	0,378	0,81	–	–	–0,24	0,211	–	–	0,359	0,85
	Студенты-северяне, <i>n</i> = 24												
	1-й этап	0,479	0,02	–	–	0,48	0,018	–	–	0,501	0,013	–	–
	2-й этап	–	–	0,536	0,01	–	–	0,445	0,021	–	–	0,550	0,05

Примечание: *r* — коэффициент корреляции Пирсона; *p* — уровень значимости.

В результате корреляционного анализа обнаружена зависимость между некоторыми показателями температурной чувствительности и температурой кожи в обеих обследованных группах. В частности, установлены следующие значимые корреляции:

I. Обследованная группа студентов-индийцев.

1. На 1-м этапе обследования обнаружена корреляция между показателями фоновой температуры кожи кисти руки и температурным порогом холодовой чувствительности: более низкая температура кожи сочетается с более высоким порогом чувствительности к холоду — коэффициент корреляции Пирсона 0,535, уровень значимости $p < 0,01$. По истечении полугодичного периода пребывания на Европейском Севере России — на 2-м этапе измерений — пороги температурной (холодовой) чувствительности значимо повышаются, а фоновая температура кожи и температурная реакция на охлаждение значимо не изменяются, в результате чего значимых корреляций между этими показателями не обнаруживается. Стоит отметить, что для данного факта остается неразрешенным вопрос о причинно-следственной связи этих показателей. Высокий порог температурной чувствительности вполне вероятно может

быть причиной несовершенной терморегуляции, проявляющейся в медленном восстановлении температуры после охлаждения, но также и низкая температура кожи, связанная с недостаточным периферическим кровоснабжением, может быть причиной снижения чувствительности рецепторного звена [4].

2. Не обнаружено значимых корреляций между показателями температурной (холодовой) чувствительности и степенью снижения температуры во время локальной холодовой пробы. Кроме того, нет значимых связей между температурной чувствительностью и степенью восстановления температуры после окончания холодового воздействия.

II. Обследованная группа студентов-северян.

Обнаружены корреляции между показателем уровня холодовой чувствительности и степенью восстановления температуры после применения локальной холодовой пробы — низкие пороги чувствительности к холоду сочетаются с более быстрым восстановлением исходной температуры охлажденной кисти руки. Указанная особенность наблюдается на всех этапах — коэффициент корреляции Пирсона составил 0,581 на 1-м и 0,550 на 2-м этапе измерений с соответствующими уровнями значимости $p < 0,01$ и $p < 0,05$. Степень снижения температуры при холодовом воздействии также значимо коррелирует с уровнем температурной чувствительности — коэффициент корреляции составил 0,48 и 0,445 на 1-м и 2-м этапах соответственно. Кроме того, обнаружена значимая взаимосвязь между фоновой температурой кожи кисти руки и уровнем холодовой чувствительности кожи на 1-м и 2-м этапах измерений: коэффициенты корреляции — 0,479 ($p < 0,05$) и 0,536 ($p < 0,05$) соответственно.

Заключение

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сделать вывод о наличии популяционных различий в терморцепторных и температурных параметрах организма человека. Обнаруженные значимые корреляции между холодовой чувствительностью, с одной стороны, и фоновой температурой, степенью ее снижения и восстановления при локальной холодовой пробе — с другой, говорят о сформированных эффективных физиологических механизмах терморегуляции у коренных жителей холодных климато-географических регионов, к которым принадлежат обследованные студенты первой группы (северяне). Можно предположить, что температурные рецепторы кожи в данном случае играют решающую роль в процессе терморегуляции и обеспечивают сосудистый спазм и, как следствие, существенное снижение теплопотерь происходит только в период непосредственного охлаждающего воздействия. После окончания холодового воздействия восстановление исходной температуры, а значит, и восстановление периферического кровотока в охлажденной конечности у студентов-северян происходит значительно

быстрее, чем у неадаптированных студентов-индийцев. Данное явление согласуется с установленными ранее фактами повышения чувствительности периферических терморепцепторов при адаптации к холоду. Этот феномен можно рассматривать как компенсаторно-адаптационный механизм, направленный на повышение точности управления системами регуляции и оптимизацию процессов терморегуляции на холоде. Обнаруженная корреляция между уровнем температурной чувствительности и степенью снижения температуры в группе студентов-северян показывает, что более низкие пороги чувствительности вызывают более резкие терморегуляционные реакции в организме в период резкого внешнего холодого воздействия. Следовательно, можно утверждать, что эффективность работы рецепторного аппарата в данном случае определяет скорость ответной реакции на резкое охлаждение.

По результатам всех выявленных фактов можно сделать вывод, что в группе студентов-северян проявляются признаки сформированной адаптированности к холоду как на уровне воспринимающего рецепторного аппарата, так и на уровне температурных реакций в ответ на охлаждающее воздействие.

В то же время в группе представителей Южной Азии (студентов-индийцев) вышеупомянутые корреляции не наблюдаются не только в первый месяц пребывания в условиях холодного климата (на 1-м этапе измерений), но и по истечении полугодового периода (на 2-м этапе). Более низкая, по сравнению с группой студентов-северян, температура кожи, а также медленное восстановление температуры после окончания холодого воздействия говорит о длительном спазме периферических сосудов, что, в свою очередь, может являться причиной и более высоких порогов температурной чувствительности. Данные факты свидетельствуют о том, что в период срочной адаптации или адаптивного напряжения, который, в соответствии с данными А. П. Авцына, длится первые шесть месяцев пребывания в новых нетипичных для организма климатических условиях, состояние синхронизированного взаимодействия между терморепцепторным и терморепреактивным звеньями терморегуляционного процесса не наступает. Однако появление таких корреляционных связей может свидетельствовать о начале формирования долговременной адаптации. Подобные исследования в более долгие периоды непрерывного пребывания студентов-индийцев на Европейском Севере России (в течение года и более) могли бы показать основные тенденции в динамике развития терморегуляционного процесса и ответить на вопрос о возможности формирования «северного» типа температурного восприятия и термогенеза, характерного для студентов-северян.

Список источников

1. Аверьянова И. В., Вдовенко С. И. Сравнительный анализ тепловизионных изображений здоровых молодых людей с различными сроками адаптации к условиям Севера // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 7. С. 36–42. DOI: 10.35627/2219-5238/2021-29-7-36-42. EDN FNQZR.

2. Авцын А. П. Патология человека на Севере / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, А. Г. Марачев, А. П. Милованов. М.: Медицина, 1985. 415 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001279133?ysclid=lstfnukdg903279025>

3. Герасимова Л. И., Федосова А. А., Ульнырова Н. Ю. Динамика температуры кожи рук при локальном охлаждении у лиц с усиленной холодиндуцированной вазоконстрикцией // Современная медицина: традиции и инновации: сб. науч. ст. Петрозаводского государственного университета / под ред. А. Н. Полторака, А. Т. Балашова, Т. О. Волковой. Киров: Международный центр научно-исследовательских проектов, 2013. С. 45–51. EDN SANWJR.

4. Горбунов М. М., Коршунова Н. В., Юречко О. В. Основные физиологические механизмы и адаптационные реакции при закаливании организма в условиях холодного климата // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2020. № 77. С. 107–116. DOI: 10.36604/1998-5029-2020-77-107-116. EDN OIVSLB.

5. Дамбегов Р. Р., Маковлев С. П., Зейналов Т. М. О воздействии охлаждения кисти на сердечный ритм и характеристики альфа-ритма // Известия Российской военно-медицинской академии. 2020. Т. 39. № S1–2. С. 54–58. EDN GEAYYA.

6. Динамика восстановления температуры кистей рук при локальном охлаждении у африканских и местных студентов в арктическом вузе / И. С. Кожевникова, А. В. Грибанов, А. Б. Кирьянов [и др.] // Экология человека. 2021. № 2. С. 28–33. DOI: 10.33396/1728-0869-2021-2-28-33. EDN IARRHY.

7. Козырева Т. В. Адаптивные изменения температурной чувствительности человека в условиях холода, жары и длительной физической нагрузки // Физиология человека. 2006. Т. 32. № 6. С. 103–108. EDN NYUKTJ.

8. Козырева Т. В., Ткаченко Е. Я., Симонова Т. Г. Функциональные изменения при адаптации организма к холоду // Успехи физиологических наук. 2003. Т. 34. № 2. С. 76–84. EDN OONKJ.

9. Колесов С. Н., Воловик М. Г., Прилучный М. А. Медицинское теплорадиовидение: современный методологический подход. Н. Новгород: ННИИТО Росмедтехнологий; Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии, 2008. 184 с. ISBN 978-5-88715-027-7. EDN SIXOHJ.

10. Маслов Л. Н., Вычужанова Е. А. Роль симпатoadреналовой системы в адаптации к холоду // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2015. Т. 101. № 2. С. 145–162. EDN THWQIH.

11. Медведев А. А. Холодовая чувствительность кожи южноазиатских студентов в начальный период адаптации к условиям Европейского Севера // Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию: материалы I Международной молодежной научно-практической конференции, Архангельск, 26–28 апреля 2018 года / Министерство науки и образования Архангельской области, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н. П. Лаврова Российской академии наук. Т. 1. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, 2018. С. 191–194. EDN XYWZET.

12. Салтыкова М. М. Основные физиологические механизмы адаптации человека к холоду // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2017. Т. 103. № 2. С. 138–151. EDN YJYECB.

13. Синицкая Е. Ю., Прокопчук Н. Н. Температурная чувствительность у студентов-северян с разным уровнем тревожности // Вестник Северного (Арктического)

федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2013. № 2. С. 64–70. EDN RCAWLR.

14. Улащик В. С. Рецепторы кожи и лечебные физические факторы // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017. Т. 94. № 5. С. 48–57. DOI: 10.17116/kurort201794548-57. EDN QIBLLR.

15. Федотов Д. М., Медведев А. А. Особенности температурной чувствительности студентов индийцев в период адаптации к условиям Европейского Севера // Проблемы, перспективы и направления инновационного развития науки: сб. ст. по итогам Междунар. науч.-практ. конф., Омск., 24 ноября 2017 года. Т. 4. Омск: Агентство международных исследований, 2017. С. 38–42. EDN XFXQWK.

16. Brück K., Baum E., Schwennicke H. P. Cold adaptive modifications in man induced by repeated short-term cold-exposures and during a 10-day and-night cold-exposure // *Pflügers Arch.* 1976 May 12. Vol. 363. № 2. P. 125–133. DOI: 10.1007/BF01062280. PMID: 945546.

17. Filingeri D. Neurophysiology of Skin Thermal Sensations // *Compr Physiol.* 2016. Jun 13. Vol. 6. № 3. P. 1429. DOI: 10.1002/cphy.c150040. PMID: 27347898.

References

1. Averyanova I. V., Vdovenko S. I. Comparative analysis of thermal imaging images of healthy young people with different periods of adaptation to the conditions of the North // *Population health and habitat.* 2021. Vol. 29. № 7. P. 36–42. (In Russ.). DOI: 10.35627/2219-5238/2021-29-7-36-42. EDN FNQUZR.

2. Avtsyn A. P. Human pathology in the North / A. P. Avtsyn, A. A. Zhavoronkov, A. G. Marachev, A. P. Milovanov. M.: Medicine. 1985. 415 p. (In Russ.). URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001279133?ysclid=lstfnnukdg903279025>

3. Gerasimova L. I., Fedosova A. A., Ulnyrova N. Y. Dynamics of hand skin temperature during local cooling in persons with enhanced cold-induced vasoconstriction // *Modern medicine: traditions and innovations: A collection of scientific articles of Petrozavodsk State University* / ed. by A. N. Poltorak, A. T. Balashov, T. O. Volkova. Kirov: International Center for Research Projects. 2013. P. 45–51. (In Russ.). EDN SANWJR.

4. Gorbunov M. M., Korshunova N. V., Yurechko O. V. Basic physiological mechanisms and adaptive reactions during body hardening in a cold climate // *Bulletin of physiology and pathology of respiration.* 2020. № 77. P. 107–116. (In Russ.). DOI: 10.36604/1998-5029-2020-77-107-116. EDN OIVSLB.

5. Dambegov R. R., Makovlev S. P., Zeynalov T. M. On the effect of cooling the hand on the heart rate and characteristics of the alpha rhythm // *Izvestiya Rossiyskoy military Medical Academy.* 2020. Т. 39. № S1–2. P. 54–58. (In Russ.). EDN GEAYYA.

6. Dynamics of hand temperature recovery during local cooling in African and local students at the Arctic university / I. S. Kozhevnikova, A. V. Griбанov, A. B. Kiryanov [et al.] // *Human Ecology.* 2021. № 2. P. 28–33. (In Russ.). DOI: 10.33396/1728-0869-2021-2-28-33. EDN IARRHY.

7. Kozyreva T. V. Adaptive changes in human temperature sensitivity in conditions of cold, heat and prolonged physical activity // *Human physiology.* 2006. Vol. 32. № 6. P. 103–108. (In Russ.). EDN HYUKTJ.

8. Kozyreva T. V., Tkachenko E. Ya., Simonova T. G. Functional changes in the adaptation of the body to cold // *Successes of physiological sciences.* 2003. Vol. 34. № 2. P. 76–84. (In Russ.). EDN OOOKJ.

9. Kolesov S. N., Volovik M. G., Priluchny M. A. Medical thermal and radio vision: a modern methodological approach. N. Novgorod: NNIITO Rosmedtechnology; Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, 2008. 184 p. (In Russ.). ISBN 978-5-88715-027-7. EDN SIXOHJ.

10. Maslov L. N., Vychuzhanova E. A. The role of the sympathoadrenal system in adaptation to cold // I. M. Sechenov Russian Journal of Physiology. 2015. T. 101. № 2. P. 145–162. (In Russ.). EDN THWQIH.

11. Medvedev A. A. Cold sensitivity of the skin of South Asian students in the initial period of adaptation to the conditions of the European North // Arctic research: from extensive development to integrated development: materials of the I International Youth scientific and practical conference, Arkhangelsk, April 26–28, 2018 / Ministry of Science and Education of the Arkhangelsk region, Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Federal Research Center for Integrated Arctic Studies named after Academician N. P. Laverov of the Russian Academy of Sciences. Vol. 1. Arkhangelsk: M. V. Lomonosov Northern (Arctic) Federal University. 2018. P. 191–194. (In Russ.). EDN XYWZET.

12. Saltykova M. M. Basic physiological mechanisms of human adaptation to cold // I. M. Sechenov Russian Journal of Physiology. 2017. Vol. 103. № 2. P. 138–151. (In Russ.). EDN YJYECB.

13. Sinitskaya E. Y., Prokopchuk N. N. Temperature sensitivity in Northern students with different levels of anxiety // Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Medical and biological Sciences. 2013. № 2. P. 64–70. (In Russ.). EDN RCAWLR.

14. Ulashchik V. S. Skin receptors and therapeutic physical factors // Issues of balneology, physiotherapy and therapeutic physical culture. 2017. Vol. 94. № 5. P. 48–57. (In Russ.). DOI: 10.17116/kurort201794548-57. EDN QIBLLR.

15. Fedotov D. M., Medvedev A. A. Features of the temperature sensitivity of Indian students during the period of adaptation to the conditions of the European North // Problems, Prospects and directions of innovative development of science: a collection of articles based on the results of the International Scientific and Practical Conference, Omsk, November 24, 2017. Vol. 4. Omsk: Agency for International Studies. 2017. P. 38–42. (In Russ.). EDN XFXQWK.

16. Brück K., Baum E., Schwennicke H. P. Cold adaptive modifications in man induced by repeated short-term cold-exposures and during a 10-day and-night cold-exposure // Pflugers Arch. 1976 May 12. Vol. 363. № 2. P. 125–133. DOI: 10.1007/BF01062280. PMID: 945546.

17. Filingeri D. Neurophysiology of Skin Thermal Sensations // Compr Physiol. 2016. Jun 13. Vol. 6. № 3. P. 1429. DOI: 10.1002/cphy.c150040. PMID: 27347898.