

**ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КОЖИ КИСТИ И СТОПЫ
НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ
У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ**

*Е.В. Коробицына***, Л.А. Мелькова**, А.Б. Гудков****

**Северный государственный медицинский университет (г. Архангельск)*

***Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова*

В статье представлен анализ реакций периферической гемодинамики в ответ на локальное охлаждение кожи кисти и стопы при различных температурах у юношей ($n = 27$) и девушек ($n = 30$), родившихся и постоянно проживающих на территории Европейского Севера России. Целью работы являлось выявление особенностей реакций сердечно-сосудистой системы при холодовых воздействиях на кожу кисти и стопы. При помощи системы интегрального мониторинга «Симона 111» оценивались следующие данные периферической гемодинамики: показатели перфузионного кровотока (сердечный индекс (СИ), частота сердечных сокращений (ЧСС)), транспорта кислорода (индекс доставки кислорода (DO_2I), сатурация артериальной крови (SpO_2) и содержание кислорода в артериальной крови (CaO_2)). У испытуемых регистрировались исходные (фоновые) показатели и показатели сразу после применения холодовой нагрузки, которая заключалась в погружении кисти в сосуд с холодной водой – 24, 15 и 8 °С. Таким же образом охлаждали стопу. Показано, что локальное охлаждение кожи кисти и стопы вызывает значимое изменение некоторых показателей периферической гемодинамики. Так, при холодовом воздействии на периферические терморецепторы кожи кисти и стопы у юношей наблюдается статистически значимое понижение ЧСС. У девушек выявляется та же тенденция, но кроме этого при охлаждении стопы снижается СИ. При анализе показателей периферической гемодинамики наибольшая реактивность сердечно-сосудистой системы после локального охлаждения отмечалась у девушек и при охлаждении стопы.

Ключевые слова: *локальное охлаждение кожи кисти и стопы, показатели периферической гемодинамики, реакция сердечно-сосудистой системы на охлаждение.*

Проживание в суровых климатических условиях Севера приводит к напряженной работе всех функциональных систем организма человека [1]. Сердечно-сосудистая система одной

из первых включается в компенсаторно-приспособительные реакции, направленные на приспособление организма к природно-климатогеографическим факторам внешней среды,

Ответственный за переписку: Коробицына Елена Владимировна, адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3; e-mail: korobicyna.elena@mail.ru

Для цитирования: Коробицына Е.В., Мелькова Л.А., Гудков А.Б. Влияние локального охлаждения кожи кисти и стопы на показатели периферической гемодинамики у юношей и девушек Европейского Севера России // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2016. № 4. С. 22–29. doi: 10.17238/issn2308-3174.2016.4.22

таким как холод, резкие колебания атмосферного давления, повышенная относительная и пониженная абсолютная влажность воздуха, жесткий ветровой режим, напряженность гелиогеофизических магнитных полей, значительные изменения солнечной активности, резкое нарушение фотопериодичности и выраженный УФ-дефицит [2–4].

Многочисленные исследования указывают на определенную зависимость реакции сердечно-сосудистой системы от интенсивности, способа охлаждения и степени развивающейся гипотермии организма. Умеренное общее охлаждение, как правило, приводит к нарастанию системного артериального давления крови, сердечного выброса и ЧСС, что связывается с повышением симпатической активности и общим спазмом сосудов на периферии тела [5–7]. В условиях развивающейся гипотермии организма отмечаются брадикардия, стойкое снижение сердечного выброса, минутного объема кровообращения, системного артериального давления крови и прогрессирующее повышение общего периферического сопротивления сосудов. Если холодовые экспозиции повторяются часто, то соответствующие реакции системной гемодинамики ослабевают, снижается и вазопрессорный эффект, вызываемый холодом [8].

В реальных климатических и производственных условиях человек может испытывать не только общее, но и локальное холодовое воздействие, в т. ч. рук и ног, что и побудило провести настоящее исследование, цель которого – выявить особенности реакций сердечно-сосудистой системы при холодовых воздействиях на кожу кисти и стопы.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 57 человек, из них 27 юношей и 30 девушек в возрасте от 17 до 20 лет, родившихся и постоянно проживающих в условиях Европейского Севера. Отбор производился по официальным критериям ВОЗ, согласно которым здоровыми считаются лица, не имеющие хронических заболеваний, жалоб при начале обследования, и с соблюдением этических

норм, изложенных в Хельсинской декларации и Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС). Было получено письменное информированное согласие от участников исследования и их законных представителей (родителей) – в тех случаях, когда испытуемые являлись несовершеннолетними.

Исследования проводились в первой половине дня, в помещении с температурой воздуха 20–22 °С, после 15-минутного отдыха, с использованием системы интегрального мониторинга «Симона 111», включающей следующие блоки: реокардиограф, электрокардиограф, фотоплетизмограф, пульсоксиметр, тонометр для неинвазивного измерения артериального давления. В качестве модельной нагрузки использовалась холодовая проба с последовательной локальной гипотермией кисти и стопы в водной среде с экспозицией в течение 1 мин следующей температурной градации: 24, 15 и 8 °С, предложенной I. Holmer [9]. После каждой из проб период восстановления составлял 25 мин [10].

Оценивались следующие данные: показатели перфузионного кровотока (СИ, л/(мин·м²), ЧСС, мин⁻¹), транспорта кислорода (индекс доставки кислорода (DO₂I, мл/(мин·м²)), сатурация артериальной крови (SpO₂, %) и содержание кислорода в артериальной крови (CaO₂, мл/100 мл).

Сердечный индекс вычислялся следующим образом:

$$СИ = МОК / ППТ,$$

где МОК – минутный объем крови (л/мин); ППТ – площадь поверхности тела (м²).

Кислородная сатурация крови – средний процент насыщения молекул гемоглобина кислородом (SpO₂, %).

Концентрация кислорода в артериальной крови – компонент, характеризующий периферический кровоток:

$CaO_2 = 1,34Hb/10 \cdot SpO_2 / 100 + 0,0031PaO_2$,
где Hb – содержание гемоглобина в артериальной крови (г/л); PaO₂ – парциальное давление кислорода в плазме артериальной крови (мм рт. ст.).

С показателем содержания кислорода в артериальной крови непосредственно связан и может быть через него рассчитан индекс доставки кислорода:

$$DO_2I = СИ \cdot CaO_2 \cdot 10.$$

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью статистического пакета «SPSS 17.0». Проверка на нормальность распределения данных осуществлялась при помощи критерия Шапиро–Уилка (для выборок до 50 наблюдений). Так как данные не подчинялись закону нормального распределения, то результаты описательной статистики для них представлялись в виде медианы (Me), первого и третьего (Q_1 и Q_3) квартилей. При сравнении групп применялся непараметрический критерий Фридмана, при попарных сравнениях – одновыборочный критерий Вилкоксона для зависимых выборок с поправкой Бонферрони. Критический уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ данных периферической гемодинамики показал, что после стимуляции терморецепторов кожи кисти водой с температурой 24 °С значимых изменений не происходило (табл. 1). У юношей отмечалась тенденция к увеличению ЧСС на 6,0 %, СИ – на 8,7 %, DO_2I – на 9,6 %; у девушек – тенденция к уменьшению ЧСС, СИ и к возрастанию DO_2I .

Статистически значимые изменения показателей периферической гемодинамики происходили после стимуляции терморецепторов кожи кисти в водной среде при температуре 15 °С. Так, по сравнению с фоновыми значениями статистически значимо снижалась ЧСС: у юношей – на 6,0 % ($p < 0,05$), у девушек – на 13,3 % ($p < 0,001$). В группе юношей наблюдалась тенденция к увеличению СИ на 6,5 % и DO_2I на 3,0 % в связи с возрастанием преднагрузки левого желудочка и, следовательно, объема циркулирующей крови. У девушек отмечалось снижение преднагрузки левого желудочка, вызывающее тенденцию к уменьшению СИ; показатель DO_2I также снижался на 1,2 %.

Локальное охлаждение кисти в водной среде с температурой 8 °С вызывало незначительное повышение СИ как у юношей, так и у девушек: на 2,1 и 1,0 % соответственно. Одновременно статистически значимо снижалась ЧСС: у юношей – на 4,6 % ($p < 0,05$), у девушек – на 9,3 % ($p < 0,05$). Показатель DO_2I незначительно повышался.

Показатели SpO_2 и CaO_2 в условиях локального охлаждения кисти статистически значимо не изменялись как у юношей, так и у девушек.

При анализе гемодинамических показателей в ходе исследования локального охлаждения стопы (табл. 2, см с. 26) у юношей и девушек были выявлены следующие изменения. Показатели перфузионного кровотока и транспорта кислорода у юношей при локальном охлаждении стопы в водной среде с температурой 24 °С существенно не изменялись по сравнению с фоновыми значениями: незначительно повышался СИ (на 2,2 %), понижались ЧСС (на 1,5 %) и DO_2I (на 11,5 %). У девушек, напротив, при данной температуре выявлялись значимые изменения показателей перфузионного кровотока: снижались СИ – на 3,8 % ($p < 0,05$) и ЧСС – на 11,0 % ($p < 0,05$); в то же время показатели транспорта кислорода по сравнению с фоновыми значениями существенно не менялись, отмечалась тенденция к понижению DO_2I на 11,5 %.

При охлаждении стопы в водной среде с температурой 15 °С у юношей значимые изменения происходили лишь с показателем ЧСС, который снижался на 1,5 % ($p < 0,05$), что, вероятно, являлось результатом повышения преднагрузки левого желудочка. В то же время СИ повышался на 2,2 % по сравнению с фоном, DO_2I понижался на 5,1 %. При данных условиях в группе девушек статистически значимо снижался СИ – на 4,8 % ($p < 0,05$); остальные показатели снижались незначительно: ЧСС – на 11,0 %, DO_2I – на 5,1 %.

В ходе локального охлаждения стопы при температуре 8 °С как у юношей, так и у девушек отмечалось незначительное снижение ЧСС: на 1,5 и 7,3 % соответственно. У юношей повышались СИ (на 4,3 %) и DO_2I (на 3,4 %),

Таблица 1

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ЮНОШЕЙ ($n = 27$) И ДЕВУШЕК ($n = 30$) В ОТВЕТ НА ЛОКАЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ КОЖИ КИСТИ

Показатель	Пол	Этап исследования				p						
		1	2	3	4	Об- щий	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
СИ, л/(мин·м ²)	М	4,60 (3,50–5,60)	5,00 (3,40–5,80)	4,90 (3,90–5,30)	4,70 (4,10–5,20)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
	Ж	5,25 (3,80–7,18)	5,20 (3,88–6,50)	5,10 (3,95–6,32)	5,30 (3,50–5,70)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ЧСС, мин ⁻¹	М	66,00 (60,00–74,00)	70,00 (61,00–76,00)	62,00 (59,00–73,00)	63,00 (58,00–69,00)	<0,001	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,001	>0,05
	Ж	75,00 (66,25–77,50)	71,50 (62,25–78,00)	65,00 (60,75–77,00)	68,00 (62,00–74,20)	<0,001	<0,05	<0,001	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05
DO ₂ , мл/(мин·м ²)	М	878,00 (752,00–1054,00)	962,00 (757,00–1045,00)	904,00 (738,00–1009,00)	887,00 (776,00–989,00)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
	Ж	992,50 (725,75–1280,25)	994,00 (741,00–1229,50)	981,00 (732,75–1198,50)	1008,00 (679,50–1083,25)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
SpO ₂ , %	М	98,00 (98,00–99,00)	98,00 (98,00–99,00)	98,00 (98,00–99,00)	98,00 (98,00–99,00)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
	Ж	99,00 (98,00–99,00)	99,00 (98,00–100,00)	99,00 (98,00–100,00)	99,00 (98,00–99,00)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
CaO ₂ , мл/100 мл	М	18,90 (18,90–19,10)	18,90 (18,90–19,10)	18,90 (18,90–19,10)	18,90 (18,90–19,10)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
	Ж	19,10 (18,90–19,10)	19,10 (18,90–19,30)	19,10 (18,90–19,30)	19,10 (18,90–19,10)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Примечания: 1. Сравнение зависимых выборок осуществлялось непараметрическим критерием Вилкоксона: $Me (Q_1-Q_3)$. 2. Этапы исследования: 1 – исходное состояние до охлаждения; 2 – охлаждение до 24 °С; 3 – охлаждение до 15 °С; 4 – охлаждение до 8 °С. 3. Полужирным шрифтом выделены значимые различия.

Таблица 2

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ЮНОШЕЙ ($n = 27$)
И ДЕВУШЕК ($n = 30$) В ОТВЕТ НА ЛОКАЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ КОЖИ СТОПЫ**

Показатель	Пол	Этап исследования					p					
		1	2	3	4	Об- щий	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
СИ, л/(мин·м ²)	М	4,60 (3,50–5,60)	4,70 (4,10–5,30)	4,70 (4,10–5,30)	4,80 (3,90–5,50)	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05
	Ж	5,25 (3,80–7,18)	5,05 (3,88–5,95)	5,00 (3,95–6,12)	4,85 (3,98–6,40)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ЧСС, мин ⁻¹	М	66,00 (60,00–4,00)	65,00 (61,00–72,00)	65,00 (59,00–69,00)	65,00 (59,00–72,00)	<0,05	>0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
	Ж	75,00 (66,25–77,50)	67,00 (60,00–72,25)	67,00 (62,75–74,00)	69,50 (64,00–76,75)	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05
DO ₂ , мл/(мин·м ²)	М	878,00 (752,00–1054,00)	893,00 (760,00–1002,00)	902,00 (784,00–1019,00)	908,00 (739,00–1048,00)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
	Ж	992,50 (725,75–1280,25)	878,00 (741,25–1091,25)	941,5 (761,50–1169,50)	905,50 (739,50–1212,00)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
SpO ₂ , %	М	98,00 (98,00–99,00)	98,00 (97,00–99,00)	98,00 (98,00–99,00)	99,00 (98,00–100,00)	<0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05	<0,05
	Ж	99,00 (98,00–99,00)	99,00 (98,00–100,00)	99,00 (98,00–99,25)	99,00 (98,00–99,00)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
CaO ₂ , мл/100 мл	М	18,90 (18,90–19,10)	18,90 (18,70–19,10)	18,90 (18,90–19,10)	19,10 (18,90–19,30)	<0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05	<0,05
	Ж	19,10 (18,90–19,10)	19,10 (18,90–19,30)	19,10 (18,90–19,15)	19,10 (18,90–19,10)	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Примечания: 1. Сравнение зависимых выборок осуществлялось непараметрическим критерием Вилкоксона: $Me (Q_1-Q_3)$. 2. Этапы исследования: 1 – исходное состояние до охлаждения; 2 – охлаждение до 24 °С; 3 – охлаждение до 15 °С; 4 – охлаждение до 8 °С.
3. Полу жирным шрифтом выделены значимые различия.

у девушек эти показатели снижались: СИ – статистически значимо на 7,6 % ($p < 0,05$), а DO_2I – незначительно на 8,8 %.

Показатели SpO_2 и CaO_2 в условиях локального охлаждения стопы также не претерпевали статистически значимых изменений как у юношей, так и у девушек.

Заключение. В результате исследования реакции сердечно-сосудистой системы на локальное охлаждение кожи кисти и стопы у молодых лиц трудоспособного возраста, проживающих в условиях Европейского Севера России, отмечены статистически значимые изменения только показателей перфузионного кровотока (СИ и ЧСС), в отличие от показателей транспорта кислорода – сатурации артериальной крови и содержания кислорода в артериальной крови, которые значимо не изменялись. При локальном холодном воздействии на периферические терморецепторы кожи кисти и стопы наблюдаемое статистически значимое снижение ЧСС дает возможность сохранять хронотропный резерв сердца, что расширяет диапазон ответных реакций сердечно-сосудистой системы на холод, а также способствует уменьшению потребления кислорода миокардом и защите его от ишемии [11]. Как было указано выше, СИ зависит от МОК. Известно, что МОК отражает способность сердечно-сосудистой системы в достаточной степени удовлетворять потребность организма в кислороде [12]. Величина МОК, а соответственно,

и СИ, напрямую зависит от ЧСС, т. е. достижение необходимого значения СИ при холодном воздействии происходит за счет снижения ЧСС. Можно предположить, что изменение периферической гемодинамики связано с тем, что возбуждение холодных рецепторов кожи приводит к активации центров терморегуляции, что стимулирует эрготропную активность симпатической нервной системы.

Ведущей функцией сердечно-сосудистой системы является транспортная, благодаря которой возможно адекватное обеспечение тканей и органов организма человека кислородом и энергетическими субстратами. Показатели транспорта кислорода (DO_2I , SpO_2 , CaO_2) не претерпевали статистически значимых изменений под действием холодного фактора. Медианные значения данных показателей соответствовали возрастным нормативам, что свидетельствует об адекватной степени обеспечения организма кислородом.

Таким образом, холодная стимуляция периферических терморецепторов кожи кисти и стопы приводит к статистически значимым изменениям показателей периферической гемодинамики. Эти изменения более выражены у девушек, чем у юношей, и при охлаждении стопы, чем при охлаждении кисти, что может объясняться большей адаптированностью периферических терморецепторов кисти к воздействию низких температур.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Ермакова Н.В. Экологический портрет человека на Севере. М., 1997. 208 с.
2. Гудков А.Б., Мосягин И.Г., Иванов В.Д. Характеристика фазовой структуры сердечного цикла у новобранцев учебного центра ВМФ на Севере // Воен.-мед. журн. 2014. Т. 335, № 2. С. 58–59.
3. Никитин Ю.П., Хаснулин В.И., Гудков А.Б. Современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2014. № 3. С. 63–72.
4. Пушкина В.Н., Грибанов А.В. Сезонные изменения взаимоотношений показателей кардиореспираторной системы у юношей в условиях циркумполярного региона // Экология человека. 2012. № 9. С. 26–31.
5. Мелькова Л.А. Динамика кровообращения у жителей Африки на начальном этапе адаптации при обучении в северном вузе: дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2005. 131 с.
6. Козырева Т.В., Воронова И.П. Вовлечение нейрогенного уровня регуляции в процессы поддержания температурного гомеостаза организма на холоде // Вавилов. журн. генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 4/3. С. 1100–1109.

7. Symon C., Arris L., Heal B. The Arctic: Geography, Climate, Ecology and People // Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge, 2005. P. 10–16.
8. 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.
9. Holmér I. Risk Assessment in Cold Environment // Barents Newsl. Occup. Health Saf. 1998. Vol. 1, № 3. P. 77–79.
10. Орлов Г.А. Хроническое поражение холодом. М., 1978. 168 с.
11. Сарычев А.С. Физиологические реакции организма нефтяников при экспедиционном режиме труда в Заполярье: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Архангельск, 2004. 19 с.
12. Гудков А.Б., Попова О.Н., Мануйлов И.В. Сезонные изменения гемодинамических показателей у спортсменов-лыжников на Европейском Севере России // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2014. № 1. С. 56–63.

References

1. Agadzhanian N.A., Ermakova N.V. *Ekologicheskiy portret cheloveka na Severe* [Ecological Portrait of Man in the North]. Moscow, 1997. 208 p.
2. Gudkov A.B., Mosyagin I.G., Ivanov V.D. Kharakteristika fazovoy struktury serdechnogo tsikla u novobrantsev uchebnogo tsentra VMF na Severe [Characteristics of the Cardiac Cycle Phase Structure in Recruits of the Navy Training Centre in the North]. *Voенно-meditsinskiy zhurnal*, 2014, vol. 335, no. 2, pp. 58–59.
3. Nikitin Yu.P., Khasnulin V.I., Gudkov A.B. Sovremennyye problemy severnoy meditsiny i usiliya uchenykh po ikh resheniyu [Contemporary Problems of Northern Medicine and Researchers' Efforts to Solve Them]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, no. 3, pp. 63–72.
4. Pushkina V.N., Gribanov A.V. Sezonnyye izmeneniya vzaimootnosheniy pokazateley kardiorespiratornoy sistemy u yunoshey v usloviyakh tsirkumpolyarnogo regiona [Seasonal Changes of Interrelations Between Cardiorespiratory System Characteristics of Youths in Conditions of Circumpolar Region]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 9, pp. 26–31.
5. Mel'kova L.A. *Dinamika krovoobrashcheniya u zhiteley Afriki na nachal'nom etape adaptatsii pri obuchenii v severnom vuze*: dis. ... kand. biol. nauk [Dynamics of Blood Circulation in Africans at the Initial Stage of Adaptation During Their Study at a Northern University: Cand. Biol. Sci. Diss.]. Arkhangelsk, 2005. 131 p.
6. Kozyreva T.V., Voronova I.P. Vovlechenie neyrogenomnogo urovnya regulyatsii v protsessy podderzhaniya temperaturnogo gomeostaza organizma na kholode [Involvement of Neurogenomic Regulation in the Maintenance of Temperature Homeostasis in the Cold]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2014, vol. 18, no. 4/3, pp. 1100–1109.
7. Symon C., Arris L., Heal B. The Arctic: Geography, Climate, Ecology and People. *Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge, 2005, pp. 10–16.
8. 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.
9. Holmér I. Risk Assessment in Cold Environment. *Barents Newsl. Occup. Health Saf.*, 1998, vol. 1, no. 3, pp. 77–79.
10. Orlov G.A. Khronicheskoe porazhenie kholodom [Chronic Cold Injury]. Moscow, 1978. 168 p.
11. Sarychev A.S. *Fiziologicheskie reaksii organizma neftyanikov pri ekspeditsionnom rezhime truda v Zapolyar'e*: avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Physiological Response in Oil Industry Expedition Workers in the Polar Region: Cand. Med. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2004. 19 p.
12. Gudkov A.B., Popova O.N., Manuylov I.V. Sezonnyye izmeneniya gemodinamicheskikh pokazateley u sportsmenov-lyzhnikov na Evropeyskom Severe Rossii [Seasonal Fluctuations of Hemodynamic Indices in Skiers in the European North of Russia]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennyye nauki*, 2014, no. 1, pp. 56–63.

doi: 10.17238/issn2308-3174.2016.4.22

*Elena V. Korobitsyna***, Lyudmila A. Mel'kova**, Andrey B. Gudkov ****

*Northern State Medical University (Arkhangelsk, Russian Federation)

**Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russian Federation)

IMPACT OF LOCAL HAND AND FOOT SKIN COOLING ON PERIPHERAL HEMODYNAMIC PARAMETERS IN YOUNG MEN AND WOMEN IN THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

This article presents an analysis of peripheral hemodynamic response to local hand and foot skin cooling in young men ($n = 27$) and women ($n = 30$) born and permanently residing in the European North of Russia. The research aimed to determine the response of the cardiovascular system to local hand and foot skin cooling. Using the hardware and software complex Symona 111 Integrated Monitoring System, we evaluated the following parameters of peripheral hemodynamics: indicators of perfusion blood flow (cardiac index (CI) and heart rate (HR)), transport of oxygen (oxygen delivery (DO_2), arterial oxygen saturation (SpO_2) and arterial oxygen content (CaO_2)). The initial values and the values just after the cold stress, which consisted in dipping the hand into cold water (24°C , 15°C , and 8°C), were registered. The same method and the same temperatures were applied to cool the foot. It was found that local hand and foot skin cooling causes significant increase in peripheral hemodynamic parameters. For example, young men had a statistically significant reduction in HR when their peripheral thermoreceptors of hand and foot skin were exposed to cold. We observed the same trend in young women, who in addition showed a decrease in CI at foot cooling. More pronounced changes in the cardiovascular system occurred in women than in men and during cooling of the foot than of the hand.

Keywords: *local hand and foot skin cooling, peripheral hemodynamic parameters, cardiovascular system response to local cooling.*

Поступила 23.06.2016

Received 23 June 2016

Corresponding author: Elena Korobitsyna, address: proezd Badigina 3, Arkhangelsk, 163045, Russian Federation; e-mail: korobitsyna.elena@mail.ru

For citation: Korobitsyna E.V., Mel'kova L.A., Gudkov A.B. Impact of Local Hand and Foot Skin Cooling on Peripheral Hemodynamic Parameters in Young Men and Women in the European North of Russia. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2016, no. 1, pp. 22–29. doi: 10.17238/issn2308-3174.2016.4.22