

УДК 612.143:612.592.1

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ОТВЕТ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СЕВЕРЯН НА ХОЛОДОВУЮ ПРОБУ В КОНТРАСТНЫЕ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ СЕЗОНЫ ГОДА

© 2016 г. Б. Ф. Дерновой

Медико-санитарная часть Министерства внутренних дел Российской Федерации по Республике Коми,
г. Сыктывкар

С целью изучения влияния температур окружающей среды на различные звенья сердечно-сосудистой системы была исследована кардиогемодинамика и системная гемодициркуляция человека до и после воздействия холодной пробы на организм в контрастные по температуре периоды года. Методом эхокардиографии измерялась частота сердечных сокращений, скорость и время трансаортального кровотока в корне аорты. На этапах исследования кардиогемодинамики тонометром регистрировались показатели систолического и диастолического артериального давления. Установлено, что у человека в клиностатическом положении тела в состоянии относительного покоя организма диастолическое артериальное давление, скорость трансаортального кровотока и производительность сердца в декабре была ниже, чем в июне. Обнаружено, что реакция организма на холодовую пробу летом характеризовалась снижением систоло-диастолического артериального давления, повышением частоты сердечных сокращений и кратковременным понижением кардиогемодинамики. Зимой в период низкой температуры воздушной среды локальное охлаждение организма вызывало вначале повышение систоло-диастолического артериального давления, а в последующий период наблюдения замечено понижение систолического артериального давления относительно исходных значений. При этом изменений кардиогемодинамики и хронотропной функции сердца не обнаружено. Полученные результаты свидетельствуют о сниженном тоне периферических сосудов, меньшем венозном возврате к сердцу с понижением кардиогемодинамики и производительности миокарда человека в холодное время года. Реакция сердечно-сосудистой системы на локальное охлаждение организма более выражена летом и сопровождалась положительным хронотропным эффектом, понижением интракардиальной и системной гемодинамики в период гомеостазиса кровообращения организма после пробы.

Ключевые слова: холодовая проба, кардиогемодинамика, контрастные сезоны года

FUNCTIONAL RESPONSE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF NORTHERNERS TO COLD TEST IN TEMPERATURE CONTRAST YEAR SEASONS

B. F. Dernovoy

Medical-Sanitary Unit of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in Komi Republic, Syktyvkar, Russia

Cardio-hemodynamics and systemic hemocirculation of a person before and after cold test influence in contrast year seasons was investigated to study the influence of environmental temperature on various parts of the cardiovascular system. Heart rate, speed and time of transaortic blood flow in the aortic root were measured by echocardiography. Systolic and diastolic blood pressure was measured by tonometer on the stages of cardio-hemodynamics study. It was established that the person in clinostatic body position and in a state of relative rest had lower diastolic blood pressure, speed transaortic blood flow and performance of the heart in December than in June. The study showed that the body's response to cold test influence in the summer was characterized by decreased systolic blood pressure, increased heart rate and short-term reduction of cardio-hemodynamics. In winter, the period of low air temperature local freezing caused at first increase of systolic blood pressure, and in succeeding period decrease of systolic blood pressure relative to baseline values. Wherein, change in cardio-hemodynamics and chronotropic function of the heart was not found. The results showed reduced peripheral vascular tone, less venous return to the heart with a decrease of cardio-hemodynamics and myocardial performance of a person in the cold season. The reaction of the cardiovascular system to the local freezing was more obvious in the summer and was accompanied by a positive chronotropic effect, decreased intracardiac and systemic hemodynamics during the period of circulatory homeostasis of the body after the test.

Keywords: cold test, cardio-hemodynamics, contrast year seasons

Библиографическая ссылка:

Дерновой Б. Ф. Функциональный ответ сердечно-сосудистой системы северян на холодовую пробу в контрастные по температуре сезоны года // Экология человека. 2016. № 10. С. 31–36.

Dernovoy B. F. Functional Response of the Cardiovascular System of Northerners to Cold Test in Temperature Contrast Year Seasons. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 10, pp. 31-36.

Актуальность изучения влияния окружающей среды на человека в последнее время связана не только с существенным изменением климата и сложной экологической ситуацией в ряде регионов страны, но и с решением задач по освоению арктических территорий. Жизнедеятельность в условиях Севера связана с интенсивным воздействием на организм жестких факто-

ров природной среды. Известно, что климатические условия высоких широт предъявляют повышенные требования к функциональным резервам организма и неблагоприятно влияют на физиологические системы человека [1, 7, 19]. Одним из основных природных факторов, определяющих суровость климата северных территорий и негативно воздействующих на северян,

является низкая температура окружающей среды [4, 16, 20], оказывающая модулирующее влияние на функцию жизненно важных систем организма [12, 14], и кровообращение в частности [6, 11, 17]. Известно, что влияние холода на организм даже в условиях применяемых мер защиты полностью не блокируется и оказывает свое воздействие на человека, возбуждая периферические холодовые терморецепторы наиболее доступных к охлаждению поверхностей лица и дистальных отделов нижних и верхних конечностей [3]. Установлено, что изменение системного артериального давления [8, 12] и дополнительная нагрузка на сердце [6] приходилась на холодные месяцы года, а локальное воздействие низких температур на человека понижало его работоспособность на тот же уровень, что и при охлаждении всего тела, вызывая функциональные изменения интракраниальной гемодинамики, производительности сердца, периферической и системной гемодинамики [4, 15]. Однако для дальнейшего изучения адаптивных изменений системы кровообращения человека, представляющих особый научный интерес, недостаточно сведений о характере функционального ответа интракардиальной и системной гемодинамики после локального охлаждения организма в периоды экстремальных температур воздушной среды. С этой целью исследованы особенности реагирования кардио-гемодинамики и системного кровообращения северян после кратковременного воздействия холода на верхнюю конечность зимой и летом, когда внешняя среда имела наибольшие отличия по температуре.

Методы

В контрастные по температуре сезоны года изучали ответную реакцию сердечно-сосудистой системы молодых мужчин при кратковременном воздействии холода на организм. В обследованиях в июне и в декабре

участвовали одни и те же студенты Сыктывкарского государственного университета (n = 14), коренные жители Республики Коми, не имеющие отклонений в состоянии здоровья, возраст которых составлял 20,5 (19–24) года, масса тела – 71 (65–86) кг, длина тела – 175,5 (168–185,5) см. До начала работ все испытуемые ознакомлены с целью и задачами предстоящих обследований. Было получено их мотивированное согласие на участие в исследованиях, которые проводились в кабинете функциональной диагностики госпиталя при температуре в помещении (19,0 ± 1,5) °С. Климатические условия в период проведения обследований существенно различались по температуре воздушной среды. Во второй декаде июня в среднем 14,3 °С, в первой декаде декабря – 17,2 °С. Действие холодовой пробы (ХП) заключалось в однократной иммерсии на 1 минуту правой кисти и дистального отдела предплечья обследуемого в емкость, наполненную водой с t = 4 °С. Методом эхокардиографии измеряли переднезадний размер корня аорты в фазу систолы, размер открытия створок аортального клапана и частоту сердечных сокращений (ЧСС) в М – модальном режиме в парастернальной позиции, по длинной оси левого желудочка. Количественные параметры внутрисердечного кровотока – линейную скорость (Vлин) и время трансортального кровотока в корне аорты в проекции максимального раскрытия створок аортального клапана в фазу систолы измеряли в импульсном режиме доплеровского исследования на ультразвуковом сканере MyLab Class C, фирмы ESAOTE, Италия, датчиком 3,5 мг в общепринятой позиции [21]. До начала исследования, в целях стабилизации кровообращения в клиностабильном положении организма, испытуемые в течение 5 минут находились на кушетке, в горизонтальном положении на левом боку, с последующим измерением исходных

Таблица 1

Показатели артериального давления испытуемых после воздействия холодовой пробы в июне и декабре

Ф.И.О. испытуемого	Июнь								Декабрь							
	ФОН		1		5		8		ФОН		1		5		8	
	Сис.	Диаст.	Сис.	Диаст.	Сис.	Диаст.	Сис.	Диаст.	Сис.	Диаст.	Сис.	Диаст.	Сис.	Диаст.	Сис.	Диаст.
К. А.М.	120	60	90	50	110	60	110	60	80	50	100	60	80	60	80	50
К. С.В.	100	60	90	50	90	60	100	60	100	70	130	70	100	60	90	50
М. М.Н.	110	80	120	80	110	60	110	70	110	60	120	80	90	60	90	60
М. Ю.М.	120	60	110	60	100	60	120	70	100	60	120	80	100	70	90	60
Р. И.Н.	120	70	120	70	120	70	120	70	120	60	130	70	100	50	90	60
П. А.М.	90	60	80	50	80	60	90	60	90	60	100	60	90	60	80	50
Ч. М.А.	120	80	100	60	100	70	110	70	120	70	130	90	90	60	110	70
М. В.С.	100	80	100	70	110	70	100	70	110	70	110	70	100	60	90	70
Н. Р.А.	120	70	125	70	120	70	120	60	110	60	130	80	120	70	110	70
Д. А.М.	100	60	100	60	90	60	100	60	100	50	120	60	90	50	100	50
Ч. Ф.Ф.	120	70	100	60	110	60	110	60	90	60	100	60	100	60	90	60
П. М.М.	120	70	100	60	110	70	120	70	110	60	120	80	120	60	110	60
Ф. А.А.	90	60	100	70	90	60	80	60	110	60	120	60	110	60	100	60
М. Н.А.	120	60	100	60	100	60	90	50	90	60	100	70	90	60	90	60
М	110,7	67,1	102,5	62,1	102,8	63,6	105,7	63,5	102,8	60,7	116,4	70,7	98,6	60	94,3	59,3
SD	12,1	8,3	12,5	8,9	12,04	4,9	12,8	6,3	12,04	6,1	12,1	9,9	11,7	5,5	10,2	7,3

Примечание. 1 – АД после пробы через 1 минуту после охлаждения кисти; 5 – АД после пробы через 5 минут после охлаждения кисти; 8 – АД после пробы через 8 минут после охлаждения кисти.

параметров до воздействия ХП. Далее, после охлаждения верхней конечности, не меняя положение тела, эхоплеркардиографические замеры производились на первой, пятой и восьмой минуте восстановительного периода после пробы. В это же время измеряли артериальное давление (АД) на правом плече по Короткову. По стандартным формулам [21] рассчитывали ударный (УО) и минутный (МОК) объем крови. Статистическую значимость различий между изучаемыми величинами устанавливали по критерию t-Стьюдента [10] с помощью программы Primer of Biostatistics version 4.03. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Данные представлены как среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение ($\pm SD$), поскольку подчинялись закону нормального распределения.

Результаты

Установлено, что в состоянии относительного покоя организма у молодых северян диастолическое артериальное давление зимой было ниже, чем летом (табл. 1), а кардиогемодинамика в сезон низких температур воздушной среды характеризовалась меньшей скоростью трансортального кровотока и меньшими УО и МОК в сравнении с летними значениями (табл. 2). В относительно комфортный по температуре период года после ХП замечено снижение систоло-диастолического АД, которое сохранялось на протяжении исследуемого восстановительного периода (см. табл. 1). Зимой в отличие от лета влияние ХП на организм вызывало кратковременное повышение систоло-диастолического АД на 1-й минуте исследования после

Таблица 2

Показатели кардиогемодинамики испытуемых после воздействия холодовой пробы в июне и декабре

Ф. И. О. испытуемого	ФОН						1 минута после пробы						5 минут после пробы						8 минут после пробы					
	Июнь			Декабрь			Июнь			Декабрь			Июнь			Декабрь			Июнь			Декабрь		
	Vao	УО	МОК	Vao	УО	МОК	Vao	УО	МОК	Vao	УО	МОК	Vao	УО	МОК	Vao	УО	МОК	Vao	УО	МОК	Vao	УО	МОК
К. А.М.	98	72,7	4144	76	53	2809	90	67	4087	81	54,6	3280	94	86,6	5802	75	54	3240	99	71,3	4349	77	53,7	3061
К. С.В.	90	69,1	3870	88	72,9	4448	90	62,6	3943	81	59,5	3273	89	61,9	3899	84	63,7	4017	93	67	4489	83	63	3843
М. М.Н.	90	88,1	3876	92	95,2	4476	82	77,8	3734	87	87,4	5070	82	77,8	4045	86	83,7	3771	87	81,6	4324	87	83,8	4527
М. Ю.М.	98	63	4410	91	65,5	3804	93	66	4422	106	78,8	5283	104	73,8	4944	106	72,9	4962	106	75,2	5264	108	77,8	5059
Р. И.Н.	108	97,8	5672	102	86	4733	117	96,9	5232	86	74,1	3782	109	94,2	5369	100	82,8	4557	102	92,4	5636	103	89	4718
П. А.М.	106	75,3	4217	89	56,1	3311	94	58,2	3317	90	59	3307	96	58,9	3769	78	49,8	3092	103	66,3	4044	73	50,2	3265
Ч. М.А.	95	66,2	3508	100	67,2	4169	85	61,2	3427	85	63,2	3162	93	64,8	4212	93	68,3	4167	95	66,2	4038	93	72,8	4810
М. В.С.	136	88,7	5857	111	93,7	4219	126	85	5610	91	72,2	4404	126	81,8	5398	81	64,6	2976	129	85,9	5575	100	81,9	4833
Н. Р.А.	124	113,2	7363	114	87,5	5428	137	124	8562	95	77,8	4435	134	121,4	8255	114	90,4	5699	130	117,8	9070	109	93,2	5034
Д. А.М.	103	76,4	4511	82	62,9	4282	92	68,3	4507	108	85,7	5142	76	60,3	4040	84	68,8	4266	89	68,3	4644	85	71,8	5170
Ч. Ф.Ф.	121	100,2	4812	134	118,2	5437	107	82,1	4597	122	99,9	4697	121	99,1	5153	141	130	5837	129	105,6	5280	130	119,6	4903
П. М.М.	110	81,6	5064	85	62,7	4771	91	63,4	4501	114	98,5	7783	112	78,1	5467	98	70,6	5297	121	90	6030	106	76,3	5424
Ф. А.А.	87	66,8	3808	82	61	3133	78	55,2	3041	74	56,2	3370	86	66	3828	92	69,8	4120	96	73,7	4790	83	63	3465
М. Н.А.	108	99,8	5693	84	53,3	2400	109	93,2	6058	91	59,2	3613	97	86,5	4930	85	67	3284	92	78,6	4558	84	65,8	2962
М	105	82,7	4772	95	73,94	4109	99	75,78	4646	94	73,3	4329	101	76,1	4937	94	74	4235	105	76,4	4812	94	75,8	4362
SD	14	15,4	1063	15	19,31	908,7	17	19,02	1419	14	15,4	1257	17	13,2	1186	18	19,3	942	16	9,33	659,7	17	17,75	855,6

Примечание. Vao – скорость трансортального кровотока, см/сек.; УО – ударный объем крови, см³; МОК – минутный объем кровообращения, см³/мин

Таблица 3

Показатели частоты сердечных сокращений испытуемых после воздействия холодовой пробы в июне и декабре

Ф. И. О. испытуемого	Фон		1 минута после пробы		5 минут после пробы		8 минут после пробы	
	Июнь	Дек	Июнь	Дек	Июнь	Дек	Июнь	Дек
К. А.М.	57	53	61	60	67	60	61	57
К. С.В.	56	61	63	55	63	63	67	61
М. М.Н.	44	47	48	58	52	45	53	54
М. Ю.М.	70	58	67	67	67	68	70	65
Р. И.Н.	58	55	54	51	57	55	61	53
П. А.М.	56	59	57	56	64	62	61	65
Ч. М.А.	53	62	56	50	65	61	61	66
М. В.С.	66	45	68	61	66	46	67	59
Н. Р.А.	65	62	69	57	68	63	77	54
Д. А.М.	59	68	66	60	67	62	68	72
Ч. Ф.Ф.	48	46	56	47	52	45	50	41
П. М.М.	62	76	71	79	70	75	67	71
Ф. А.А.	57	53	58	60	58	59	65	55
М. Н.А.	57	45	65	61	57	49	58	45
М	57,7	56,4	61,3	58,7	62,3	58,07	63,2	58,4
SD	6,82	9,2	6,70	7,81	6,00	9,01	6,96	9,02

пробы, с последующим восстановлением его до уровня исходных значений к 5-й минуте, а в конце исследования, на 8-й минуте, обнаружено снижение систолического АД (см. табл. 1). Реакция кардиогемодинамики летом на первой минуте исследования после воздействия ХП на организм сопровождалась кратковременным понижением $V_{\text{лин}}$, УО (см. табл. 2) и повышением ЧСС (табл. 3). Обнаруженная летом положительная хронотропная реакция сердца на ХП сохранялась на 5-й и 8-й минуте восстановительного периода (см. табл. 3). В холодный период года изменений кардиогемодинамики и хронотропной функции водителя ритма сердца на ХП не обнаружено (см. табл. 2, 3).

Обсуждение результатов

Природные условия Севера, где основными факторами, воздействующими на организм, являются низкая температура воздушной среды, выраженные перепады атмосферного давления, полярные фотопериоды и гелиомагнитные возмущения, характеризуются в целом как неблагоприятные для комфортной жизнедеятельности человека [1, 16]. Наиболее ощутимым по субъективному восприятию и эффекту воздействия на организм является холод или его сочетание с повышенной влажностью или ветром [2, 3]. Многочисленные работы показывают, что воздействие на организм низких температур вызывает ответную физиологическую реакцию [2, 18, 19], направленную на сохранение температурного гомеостаза и сопровождается не только сезонной асимметрией, индивидуальной, генетически детерминированной, реакцией на холод [3, 16], но и разными по направленности приспособительными сдвигами системного кровообращения [6, 11]. Все это свидетельствует о сложных механизмах регуляции периферического звена кровообращения [2, 3, 8] с интегрированным ответом миогенного и хронотропного механизма ауторегуляции сердца [9, 22], характеризующих функциональный статус сердечно-сосудистой системы северян в холодный период года [11] и в период возмущающих воздействий на организм [4, 8, 15]. В выполненной работе обнаруженные сезонные отличия системной гемодинамики и кардиогемодинамики в состоянии относительного покоя организма могут свидетельствовать, с одной стороны, о меньшем сопротивлении току крови на периферии, судя по относительно меньшему диастолическому артериальному давлению в холодный сезон года, а с другой — о меньшей преднагрузке на миокард, вызванной ограниченным венозным возвратом к сердцу с понижением сердечного выброса, судя по параметрам кардиогемодинамики. Замеченные сезонные особенности функционирования кровообращения можно расценивать как известный кардиоваскулярный эффект понижения давления в легочной артерии (рефлекс В. В. Парина) [цит. по 16] при адаптации кардиореспираторной системы к низким температурам воздушной среды. Сниженное диастолическое давление, УО и МОК, вызванные

меньшим возвратом крови к сердцу, могут быть следствием и гетерогенных изменений тонуса сосудов в дистальных отделах нижних конечностей зимой [8], вероятно, обеспечивающих необходимый для оптимальной терморегуляции организма уровень гемодинамики на периферии.

Реакции организма на ХП широко изучались. Большинство авторов отмечали «вазоконстрикторный» эффект [4, 15] при остром воздействии холода на организм. Имеются сведения, показывающие, что в механизмах «холодовой вазодилатации» происходит снижение базального тонуса сосудов, который незначительно меняется при симпатической импульсации [2]. По обнаруженным ранее четырем типам индивидуальных реакций периферических сосудов на холод можно выделить первые два, у которых устойчивость к охлаждению более выражена [2, 5] и, вероятно, их организм меньше подвержен влиянию холода. Высказаны обоснованные предположения, что в основе разнонаправленных сосудистых реакций на ХП лежит изменчивость импульсации холодовых рецепторов, которые при увеличении активности приводят к вазоконстрикции, а при уменьшении — к вазодилатации сосудов на периферии [13]. В нашей работе установлено, что летом в сравнение с холодным сезоном года произошла более мощная сосудистая реакция на ХП, сопровождавшаяся устойчивым понижением систоло-диастолического артериального давления на протяжении исследуемого периода. Повидимому, в это время ослабление базального тонуса периферических сосудов было вызвано сниженной импульсацией холодовых периферических рецепторов. Тогда как зимой наблюдалась иная картина сосудистой реакции на ХП, сопровождавшаяся вначале кратковременным повышением систоло-диастолического артериального давления, а в отдаленный период после пробы понижением систолического артериального давления. Очевидно, причиной модального изменения артериального давления вначале могла быть вазоконстрикция на фоне повышенной импульсации холодовых рецепторов, а в последующий период изменение импульсации вызвало ослабление тонуса сосудов и понижение систолического артериального давления до меньших значений относительно исходного уровня. Предполагается, что такого рода реакции сосудов на ХП могут быть обусловлены как индивидуальной восприимчивостью холода, так и приспособленностью человека к сезонным температурам воздушной среды. Замечено, что одним из условий акцентированной реакции сердечно-сосудистой системы может быть повышение чувствительности организма к холоду при кратковременном или непродолжительном его воздействии на человека, а при длительном влиянии низких температур ощущение организмом холода притупляется [2, 3]. Стоит отметить, что в нашем исследовании обнаруженная меньшая реакция сердечно-сосудистой системы на ХП в холодный сезон года скорее вызвана привыканием организма северян к низким температурам окружающей среды, чем воздействием иных климатических факторов.

В период выраженных изменений системного артериального давления после воздействия ХП на организм в относительно комфортный по температуре период года происходили большие приспособительные сдвиги кардиогемодинамики и в деятельности водителя ритма сердца. Так, реакция сердца на ХП сопровождалась положительной хронотропной функцией синусового узла на протяжении всего восстановительного периода и кратковременным понижением кардиогемодинамики в начале периода восстановления. Очевидно, что повышение ЧСС и функциональная инертность миогенного механизма ауторегуляции сердца [9] в условиях ослабления тонуса периферических сосудов и понижения венозного возврата являются компенсаторной реакцией сердца и направлены на гомеостазис кровообращения. По-видимому, сигнал «холод — гипотензия» от периферических рецепторов организмом воспринимается как «неотложное» состояние, если при этом в восстановление гомеостаза вступает центральное звено кровообращения. Предполагается, что холод организмом воспринимается летом как более выраженный стресс, чем зимой в период приспособленности человека к низким температурам внешней среды [2, 3], когда холодная нагрузка на организм может носить и отставленный характер [8].

Как видно из результатов исследования, у человека, проживающего на Европейском Севере, регистрируется сезонная асимметрия функционального статуса сердечно-сосудистой системы и реакции центрального и периферического звена системы кровообращения на холодный стресс. Установлено, что адаптация к контрастным термическим нагрузкам (холодовая проба летом) сопровождается более выраженным функциональным ответом сердечно-сосудистой системы человека, чем в период приспособления организма к сопряженному воздействию гетерогенных по интенсивности низких температур. При этом следует заметить, что обнаруженный нами функциональный ответ на ХП системного кровообращения и кардиогемодинамики может существенно отличаться от подобного сезонного исследования, если оно будет проводиться в ортостатическом положении организма, когда повышенное гидростатическое давление в сосудах и пониженный венозный возврат к сердцу приведет к изменению характера реакции сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, установлено, что у северян в холодное время года в клинорезистентном положении организма тонус периферических сосудов, венозный возврат к сердцу, кардиогемодинамика и производительность миокарда меньше, чем летом. Функциональный ответ сердечно-сосудистой системы человека на холодный стресс в июне выражен больше, чем в декабре, и сопровождался устойчивым понижением систоло-диастолического артериального давления, положительной хронотропной реакцией сердца и кратковременным снижением кардиогемодинамики. Зимой реакция организма на холодную пробу со-

провождалась модальным изменением артериального давления, гомеостазисом кардиогемодинамики и хронотропной функции водителя ритма сердца.

Список литературы

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марачев А. Г., Милованов А. П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.
2. Бочаров М. И. Физиологические проблемы защиты человека от холода. Сыктывкар, 2004. 40 с. (Науч. докл.: Сер. препр. Сыкт.ГУ № 34-04).
3. Бочаров М. И. Терморегуляция организма при холодных воздействиях // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2015. № 1. С. 5–15.
4. Бочаров М. И., Истомина Н. Э. Сердечно-сосудистая система и холод у человека на Севере // Проблемы экологии человека: сб. науч. статей. Архангельск, 2000. С. 32–37.
5. Бочаров М. И., Сорокин А. А. Фазовый анализ сосудистых терморегуляторных реакций при прессорно-холодовой пробе // Физиология человека. 1992. Т. 18, № 2. С. 157–161.
6. Варламова Н. Г. Состояние сердечно-сосудистой системы жителей Европейского Севера / Медицинская наука в Республике Коми // Вести Коми научного центра. 2000. Вып. 16. С. 28–42.
7. Гудков А. Б., Сарычев А. С., Лабутин Н. Ю. Реакции кардиореспираторной системы нефтяников на экспедиционный режим труда в Заполярье // Экология человека. 2005. № 8. С. 43–48.
8. Дерновой Б. Ф. Функционирование сердечно-сосудистой системы при вызванных изменениях периферического кровотока у человека в контрастные сезоны года на севере России: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Киров, 2005. 15 с.
9. Дерновой Б. Ф., Иржак Л. И. Кардиогемодинамика при вызванных изменениях венозного возврата к сердцу у Северян // Экология человека. 2013. № 12. С. 48–51.
10. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. М.: Мир, 1980. 610 с.
11. Евдокимов В. Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем у человека на Севере: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Сыктывкар, 2004. 34 с.
12. Евдокимов В. Г., Рогачевская О. В., Варламова Н. Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 257 с.
13. Минут-Сорохтина О. П. Термическая чувствительность // Физиология терморегуляции. Л.: Наука, 1984. С. 29–77.
14. Попова О. Н., Глебова Н. А., Гудков А. Б. Компенсаторно-приспособительная перестройка системы внешнего дыхания у жителей Крайнего Севера // Экология человека. 2008. № 10. С. 31–33.
15. Рейляну Р. И. Особенности реакций центральной гемодинамики и регионарных систем кровотока человека на локальные холодные воздействия разной мощности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2008. 18 с.
16. Сезонная динамика физиологических функций у человека на Севере / под ред. Е. Р. Бойко. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 221 с.

17. Совершаева С. Л. Эколого-физиологическое обоснование механизмов формирования донозологических состояний у жителей Европейского Севера России : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 1996. 37 с.

18. Солонин Ю. Г. Сезонные изменения физиологических функций у жителей Севера // Физиология человека, 1995 Т. 21, № 6. С. 70–75.

19. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 5–11.

20. Чащин В. П., Сюрин С. А., Гудков А. Б., Попова О. Н., Воронин А. Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.

21. Шиллер Н., Осипов М. А. Клиническая эхокардиография. М. 1993. 347 с.

22. Granberg P. O. Human physiology under cold exposure // Arctic. Med. Research. 1991. Vol. 50, N 6. P. 23–27.

References

1. Avtsin A. P., Chavoronkov A. A., Marachev A. G., Milovanov A. P. *Patologiya cheloveka na Severe* [Pathology of the human in the North]. Moscow, 1985. 416 p.

2. Bocharov M. I. *Fiziologicheskie problemy zashity cheloveka ot holoda* [Physiological problems of human protection from the cold]. Syktyvkar, 2004, 40 p. (Nauch. dokl.: ser. preprintov, no 34-04).

3. Bocharov M. I. Thermoregulation of the body during cold exposure. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki* [Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Medical and Biological Sciences]. 2015, 1, pp. 5-15. [in Russian]

4. Bocharov M. I., Istomina N. Ye. Serdechno-sosudistaya sistema i holod u cheloveka na Severe [Cardiovascular system and cold in humans in the North]. In: *Problemy ekologii cheloveka: Sb. nauch. statei* [The problem of human ecology. St. researcher. articles]. Arkhangelsk, 2000, pp. 32-37.

5. Bocharov M. I., Sorokin A. A. Phase analysis of thermoregulatory vascular Pressor responses during cold sample. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1992, 18 (2), pp. 157-161. [in Russian]

6. Varlamova N. G. The cardiovascular system of the inhabitants of the European North. Medical science in the Republic of Komi. *Vesti Komi nauchnogo centra* [Keep the Komi Scientific Centre]. 2000, 16, pp. 28-42. [in Russian]

7. Gudkov A. B., Sarychev A. S., Labutin N. Yu. Reaction of cardiorespiratory system of oil industry workers to expedition work regime in Polar region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, 8, pp. 43-48. [in Russian]

8. Dernovoi B. F. *Funkcionirovanie serdechno-sosudistoi sistemy pri vyzvannykh izmeneniyah perifericheskogo krovotoka u cheloveka v kontrastnye sezony goda na severe Rossii (avtoref. kand. dis.)* [The functioning of the cardiovascular system caused by changes in peripheral blood flow in humans in contrasting seasons in the North of Russia. (Autors Abstract of Candidate Thesis)]. Kirov, 2005, 15 p.

9. Dernovoi B. F., Irzhak L. I. Cardiohemodynamics cause changes in the venous return to the heart of the northerners. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 12, pp. 48-51. [in Russian]

10. Dzhonson N., Lion F. *Statistika i planirovanie yeksperimenta v tehnike i nauke. Metody obrabotki dannyh*

[Statistics and experimental design in engineering and science. Methods of data processing]. Moscow, 1980, 610 p.

11. Evdokimov V. G. *Funkcional'noe sostojanie serdechno-sosudistoi i dyhatel'noi sistem u cheloveka na Severe (avtoref. doct.. dis.)* [The functional state of the cardiovascular and respiratory systems in humans in the North. (Autors Abstract of Doctor Thesis)]. Syktyvkar, 2004, 34 p.

12. Evdokimov V. G., Rogachevskaja O. V., Varlamova N. G. *Moduliruyushee vliyaniye faktorov Severa na kardiorespiratornyuyu sistemu cheloveka v ontogeneze* [The modulating influence of the North on the cardiorespiratory system in ontogenesis]. Yekaterinburg, 2007, 257 p.

13. Minut-Sorohtina O. P. Termicheskaja chuvstvitel'nost' [Thermal sensitivity]. In: *Fiziologiya termoregulyatsii* [Physiology of thermoregulation]. Leningrad, 1984, pp. 29-77.

14. Popova O. N., Glebova N. A., Gudkov A. B. Compensatory-adaptive change of external respiration system in Far North residents. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2008, 10, pp. 31-33. [in Russian]

15. Reilianu R. I. *Osobennosti reakcii central'noi gemodinamiki i regionarnykh sistem krovotoka cheloveka na lokal'nye holodovye vozdeistviya raznoi moshnosti (avtoref. kand. dis.)* [Peculiarities of reactions of Central hemodynamics and regional systems of human blood flow on local cold exposure in different capacities (Autors Abstract of Candidate Thesis)]. Arkhangelsk, 2008, 18 p.

16. *Sezonnaya dinamika fiziologicheskikh funktsii u cheloveka na Severe* [Seasonal dynamics of physiological functions in humans in the North], ed. E. R. Boiko. Yekaterinburg, 2009, 221 p.

17. Sovershaeva S. L. *Ekologo-fiziologicheskoe obosnovanie mehanizmov formirovaniya donozologicheskikh sostojanii u zhitelei Evropeiskogo Severa Rossii (avtoref. doct. dis.)* [Ecological and physiological basis of the mechanisms of formation of psycho-physiological conditions in people of Northern European Russia (Autors Abstract of Doktor Thesis)]. Arkhangelsk, 1996, 37 p.

18. Solonin Yu. G. Seasonal changes in physiological functions of the residents of the North. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1995, 21 (6), pp. 70-75. [in Russian].

19. Hasnulin V. I. Modern concepts of the mechanisms of formation of the Northern stress in humans at high latitudes. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 1, pp. 5-11. [in Russian]

20. Chashhin V. P., Sjurin S. A., Gudkov A. B., Popova O. N., Voronin A. Yu. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational Medicine and Industrial Ecology]. 2014, 9, pp. 20-26. [in Russian]

21. Shiller N., Osipov M. A. *Klinicheskaya ekhokardiografiya* [Clinical Echocardiography]. Moscow, 1993, 347 p.

22. Granberg P. O. Human physiology under cold exposure. *Arctic. Med. Research*. 1991, 50 (6), pp. 23-27.

Контактная информация:

Дерновой Бронислав Федорович – кандидат медицинских наук, заведующий, врач отделения функциональной диагностики ФКУЗ «Медико-санитарная часть Министерства внутренних дел Российской Федерации по Республике Коми»

Адрес: 167005, Республика Коми, г. Сыктывкар. Октябрьский пр-т, д. 180-94.

E-mail: dernowoy@yandex.ru