

УДК 572.5:612.13/.14-055.1(571.65)

ВЗАИМОСВЯЗИ СОМАТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ И КАПИЛЛЯРНОГО КРОВотоКА У ЮНОШЕЙ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2018 г. И. В. Аверьянова, А. Л. Максимов, А. В. Харин

Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения РАН, г. Магадан

Цель исследования – выявление физиологических взаимосвязей показателей антропометрии, микрогемодикуляции, кардио-гемодинамики и физического развития у юношей-уроженцев Севера. *Методы.* В исследованиях приняли участие 160 юношей в возрасте от 17 до 21 года, уроженцев-европеоидов Магаданской области в 1–2-м поколении. Методом компьютерной капилляроскопии изучены морфометрическая структура капилляров и скорость движения эритроцитов в капиллярах при ногтевом ложе. У всех обследуемых измеряли основные соматометрические показатели, а также показатели сердечно-сосудистой системы и интегральной реографии. *Результаты.* Произведена типизация испытуемых по группам в зависимости от скорости капиллярного кровотока. Установлена взаимосвязь вариабельности соматометрических характеристик и функционального состояния организма со скоростью капиллярного кровотока. Анализ основных характеристик кардиогемодинамики показал, что в группе с высокой скоростью капиллярного кровотока величины систолического и диастолического артериального давления значимо выше, чем в группе с низкой скоростью, и в соответствии с рекомендациями Всероссийского научного общества кардиологов существенно выходят за границы нормы, отражающие нормальный уровень артериального давления для лиц данной возрастной группы. *Выводы.* Полученные результаты позволяют отметить показатель скорости капиллярного кровотока как информативный типизационный маркер при оценке кардиогемодинамики. Эффективность работы системного кровообращения у лиц с большей скоростью капиллярного кровотока выше относительно обследуемых других групп. В то же время в отношении ни одной из групп нельзя говорить об оптимальном уровне гемодинамики, что, по всей видимости, отражает цену адаптивных физиологических перестроек уроженцев-европеоидов Крайнего Севера на фоне более высоких значений артериального давления относительно их сверстников – жителей регионов с более благоприятными климатическими условиями.

Ключевые слова: Север, юноши, соматометрия, центральная гемодинамика, микроциркуляция, типизация

INTERRELATIONS OF SOMATOMETRIC CHARACTERISTICS, HEMODYNAMIC AND CAPILLARY BLOOD FLOW INDICES IN YOUNG MALES OF THE MAGADAN REGION

V. Averyanova, A. L. Maksimov, A. V. Kharin

Scientific Research Center "Arktika", Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

Goals. Revealing of physiological interrelations of the indicators of anthropometry, microhemocirculation, cardiac hemo dynamic and physical development in young men- natives of the North. *Methods.* 160 young men aged 17-21, natives of the Magadan region in 1-2 generations took part in the study. Using a method of computer capillaroscopy morphometric structure of capillary and erythrocyte velocity at the nailfold capillaries was studied. The main somatometric indices, as well as, cardiovascular indices and integral rheography were measured. *Results.* Subjects' typing into groups was made according to capillary blood flow velocity. Interrelation was found between the variability of somatometric characteristics and the body functional state with capillary blood flow velocity. The analysis of the main cardiogeodynamic characteristics showed that in the group with a high capillary blood flow velocity the systolic and diastolic blood pressure values were significantly higher than in the group with a low velocity and consequently were significantly beyond the limits of normal for this age group in accordance to the recommendations of the All-Russian Scientific Society of Cardiology. *Conclusions.* The obtained results allow to put off capillary blood flow velocity as the informative typifying marker in cardiohemodynamics estimation. The efficiency of systemic blood circulation in subjects with higher capillary blood flow velocity is higher than in other groups. At the same time none of the groups had an optimal level of hemodynamics, which is due to adaptive physiological alternation of natives-Caucasoids of the Far North in comparison with higher blood pressure indices of their peers - inhabitants of the regions with more favorable climatic conditions.

Key words: north, young males, somatometry, central hemodynamics, microcirculation, typification

Библиографическая ссылка:

Аверьянова И. В., Максимов А. Л., Харин А. В. Взаимосвязи соматометрических характеристик, показателей гемодинамики и капиллярного кровотока у юношей Магаданской области // Экология человека. 2018. № 3. С. 45–50.

Averyanova I. V. Maximov A. L. Kharin A. V. Interrelations of Somatometric characteristics, Hemodynamic and Capillary Blood flow Indices in Young Males of the Magadan Region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 3, pp. 45-50.

Известно, что многие показатели кардиогемодинамики и физического развития являются маркерными характеристиками функционального состояния организма, отражая метаболические особенности [4, 5] и реакции организма на постоянно меняющиеся

условия внешней среды и адаптивные перестройки [2, 3, 6, 7, 9]. В этой связи система микроциркуляции капиллярного кровотока в значительной степени обеспечивает поддержание температурного гомеостаза [14, 19], а также во многом определяет эффективность

снабжения органов и тканей кислородом [16–18], поддерживая адекватный уровень газообмена при воздействии факторов окружающей среды [15, 18].

Однако в настоящее время в доступной нам литературе практически нет данных по микроциркуляторным перестройкам кровотока и его взаимосвязям с кардиогемодинамикой и соматометрическими характеристиками у различных групп населения, и тем более у жителей экстремальных природно-климатических регионов, включая северные территории.

С учетом вышеизложенного представлялось актуальным изучить внутри- и межсистемные взаимосвязи соматометрических характеристик, капиллярного кровотока, системной гемодинамики и физического развития у юношей-уроженцев Севера в 1–2-м поколении из числа европеоидов с целью возможного определения их индивидуальных типизационных особенностей.

Методы

В исследованиях приняли участие 160 юношей из числа студентов Северо-Восточного государственного университета (г. Магадан) 17–21 года (средний возраст $(18,3 \pm 0,1)$ года), уроженцев-европеоидов Магаданской области в 1–2-м поколении. Все обследуемые были практически здоровы, имели допуск к занятиям физической культурой, не имели хронических заболеваний и обморожений пальцев, что было крайне важным для методики регистрации капиллярного кровотока в зоне ногтевого валика.

Исследование структуры капилляров и микроциркуляции проводилось в зоне эпонихия (кожного валика) ногтевого ложа при помощи компьютерного капилляроскопа «Капилляроскан-1» (г. Москва, ООО «Новые энергетические технологии»). Расчёт морфометрических характеристик производился на основе программного обеспечения прибора. Микроциркуляция регистрировалась в режиме непрерывной видеозаписи, где программное обеспечение прибора позволяло оценить анатомическую структуру капилляров и всех визуально наблюдаемых процессов, получая усреднённое значение скорости движения эритроцитов в различных участках капилляра, включая артериальную, венозную и переходную зоны.

Испытуемые обследовались после 15 минут отдыха в положении сидя при комфортной комнатной температуре. В зоне ногтевого валика 2–5 пальцев на левой руке выбиралось наилучшее изображение капилляров. Скорость кровотока в капиллярах записывалась в реальном режиме времени продолжительностью 10 секунд.

При этом нами принималось во внимание, что во внутренних висцеральных органах скорость капиллярного кровотока находится в пределах 100–500 мкм/сек, а в структурах кожи может быть существенно ниже, вплоть до временного прекращения движения эритроцитов при выраженной вазоконстрикции сосудов. С учетом этого согласно принятым статистическим подходам [13] обследуемые лица в зависимости

от скорости кровотока в капиллярах были разделены на следующие категории: 1) юноши со скоростью кровотока ниже среднего ($M - \delta \leq 74$ мкм/с); 2) юноши со средними показателями скорости кровотока ($M \pm \delta$ в пределах от 75 мкм/с до 285 мкм/с); 3) юноши с показателями кровотока выше средней величины ($M + \delta \geq 286$ мкм/с).

У всех обследуемых общепринятыми методами измеряли основные соматометрические показатели: длину, массу тела и окружность грудной клетки, а также определяли крепость телосложения на основе индекса Пинье (ИП, усл. ед.) и пропорциональность телосложения (ПТ, %). Помимо этого с помощью анализатора импедансного состава тела «Диамант-АИСТ» (ЗАО «Диамант», Россия) с использованием пакета программ «АИСТ» выявляли общее содержание жира (в % от общей массы тела) в организме.

Для оценки фонового уровня функционального состояния у испытуемых в покое измеряли систолическое (САД, мм рт. ст.) и диастолическое (ДАД, мм рт. ст.) артериальное давление, частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) автоматическим тонометром Nesei DS-1862 (Япония).

Показатели интегральной реографии исследованы с помощью комплекса мониторинга кардиореспираторной системы и гидратации тканей КМ-АР-01 «Диамант-Р» (ЗАО «Диамант», Россия). Регистрировали следующие функциональные характеристики: среднее значение ударного (систолического) объема кровотока (УОК, мл); минутный объем кровообращения (МОК, л/мин); сердечный индекс (СИ, л/мин/м²); коэффициент резерва (КР, усл. ед.); ударный индекс — показатель ударного объема в расчете на единицу поверхности тела (УИ, мл/м²); общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, дин); коэффициент интегральной тоничности (КИТ, усл. ед.) с соотношением полученных показателей с должными характеристиками, входящими в программное обеспечение комплекса «Диамант-Р».

Все обследования были проведены в помещении с комфортной температурой, в первой половине дня. Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации (2008). Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом медико-биологических исследований при СВНЦ ДВО РАН (№ 004/013 от 10.12.2013). До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Полученные результаты подвергнуты статистической обработке с применением пакета прикладных программ «Statistica 7.0». Проверка на нормальность распределения измеренных переменных осуществлялась на основе теста Шапиро — Уилка. Результаты представлены в виде среднего значения и его ошибки ($M \pm m$). Статистическая значимость различий определялась с помощью критерия Штеффе. Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0,05; 0,01; 0,001 [1].

Результаты

Распределение обследованных нами юношей по скорости кровотока в капиллярах показало, что в группе со скоростью кровотока ниже среднего (низкая скорость) оказалось 20 испытуемых (13 %), в группу со скоростью выше среднего (высокая скорость) вошли 28 человек (17 %), и наиболее многочисленной была группа со средней скоростью кровотока — 112 человек (70 %).

Основные показатели физического развития юношей, различающихся по исходной скорости кровотока, представлены в табл. 1. Из приведенных данных видно, что основные соматометрические характеристики выделенных групп имеют статистические различия. Так, в ряду от группы с низкой скоростью кровотока к группе с ее высокими показателями наблюдается статистически значимое увеличение массы тела, длины тела, окружности грудной клетки и общего содержания жира в организме. Необходимо отметить, что выявленное нами увеличение основных антропометрических характеристик совпадало с увеличением крепости телосложения согласно ИП.

В табл. 2 представлены основные характеристики гемодинамики и сердечно-сосудистой системы в изучаемых группах. У юношей с высокой скоростью кровотока были отмечены статистически значимо

более высокие показатели как САД, так и ДАД при сопоставимых показателях ЧСС. Значения УОК и МОК между группами не имели статистически значимых различий. Однако самые низкие величины МОК, соотнесенные с его должной величиной и соматометрическими характеристиками, были отмечены в группе с высокой скоростью кровотока. При этом у испытуемых данной группы были отмечены статистически значимо более низкие показатели УИ, как в абсолютных, так и относительных величинах, СИ и КР. Статистически значимых межгрупповых различий по КР и КИТ отмечено не было. Наименьшие значения ОПСС наблюдались в группе с низкой скоростью кровотока.

Обсуждение результатов

Анализ соматометрических характеристик и их расчетных индексов выявил достоверное увеличение скорости кровотока в зависимости от основных характеристик физического развития. Так, изучение величин массы тела с учетом жировой части показало, что их наибольшие значения наблюдались у юношей с высокой скоростью кровотока, а наименьшие — у лиц, демонстрировавших его низкие показатели. Аналогичные проявления скорости кровотока отмечались в группах в зависимости от длины тела. Существует

Таблица 1

Соматометрические показатели у лиц с различной скоростью капиллярного кровотока

Показатель	Группа в зависимости от скорости кровотока			Уровень значимости различий		
	Низкая (1)	Средняя (2)	Высокая (3)	1–2	2–3	1–3
Масса тела, кг	64,9±2,3	70,4±1,2	82,3±3,2	p<0,05	p<0,001	p<0,001
Общее содержание жира, %	10,4±0,7	11,8±0,6	16,2±1,1	p=0,12	p<0,001	p<0,001
Длина тела, см	176,5±1,8	179,2±0,6	183,6±1,7	p=0,15	p<0,01	p<0,001
Рост сидя, см	92,2±0,9	92,3±0,3	93,6±1,2	p=0,89	p=0,305	p=0,355
Окружность грудной клетки, см	87,9±1,9	91,9±0,7	95,4±1,4	p<0,05	p<0,05	p<0,01
ИП, усл. ед.	26,2±2,2	20,8±1,8	7,8±3,5	p<0,05	p<0,001	p<0,001
Пропорциональность телосложения, %	91,4±1,3	93,6±0,5	98,3±1,5	p=0,10	p<0,001	p<0,001

Таблица 2

Показатели гемодинамики у лиц с различной скоростью капиллярного кровотока

Показатель	Группа в зависимости от скорости кровотока			Уровень значимости различий		
	Низкая (1)	Средняя (2)	Высокая (3)	1–2	2–3	1–3
САД, мм рт. ст.	127,9±2,8	126,1±1,0	135,2±2,2	p=0,55	p<0,001	p<0,05
ДАД, мм рт. ст.	76,1±1,8	74,9±1,0	80,2±1,4	p=0,61	p<0,05	p<0,05
ЧСС, уд./мин	75,2±2,1	72,4±1,1	75,6±3,6	p=0,24	p=0,39	p=0,91
УОК, мл	102,7±2,2	103,8±2,8	99,9±4,9	p=0,75	p=0,49	p=0,62
МОК, л/мин	6,9±0,2	7,1±0,3	6,7±0,3	p=0,59	p=0,344	p=0,543
УИ, мл/м ²	59,2±1,6	60,0±2,0	52,1±2,7	p=0,75	p<0,05	p<0,05
УИ, %	146,9±4,2	148,9±5,1	130,1±6,8	p=0,75	p<0,05	p<0,05
СИ, л/мин/м ²	4,0±0,1	4,1±0,2	3,5±0,2	p=0,59	p<0,001	p<0,001
КР, усл. ед.	113,1±2,6	115,9±4,1	106,7±4,4	p=0,57	p=0,13	p=0,22
КР, %	108,2±1,9	110,8±3,3	101,6±3,2	p=0,50	p<0,05	p<0,05
ОПСС, дин	920,1±39,4	1054,2±20,0	1037,1±27,2	p<0,01	p=0,61	p<0,01
КИТ, усл. ед.	77,5±0,8	77,5±0,8	78,8±0,7	p=0,96	p=0,19	p=0,20

мнение, что показатели окружности грудной клетки помимо ее линейных размеров косвенно могут отражать функциональные возможности кардиореспираторной системы человека [12]. Учитывая это, мы провели сопоставление величин окружности грудной клетки у юношей выделенных групп с учетом показателей скорости кровотока. Оказалось, что лица с большими значениями окружности грудной клетки также имели и более высокие показатели кровотока, что в полной мере связано и со значениями массы тела.

Учитывая, что крепость телосложения находится в обратной зависимости от ИП, т. е. чем он выше, тем крепость телосложения ниже, мы проанализировали соотношения его величины по группам с различной скоростью кровотока. Оказалось, что чем ниже крепость телосложения, тем ниже скорость капиллярного кровотока.

Анализ основных характеристик кардиогемодинамики показал, что в группе юношей с высокой скоростью капиллярного кровотока величины САД и ДАД значимо выше, чем в группе с низкой скоростью, и в соответствии с рекомендациями Всероссийского научного общества кардиологов существенно выходят за границы, отражающие нормальный уровень артериального давления для лиц данной возрастной группы [10]. Статистически значимых различий по уровню ЧСС, УОК и МОК у представителей изучаемых групп выявлено не было. По всей видимости, показатели системной гемодинамики не находятся в прямой взаимосвязи с показателями скорости кровотока в концевых капиллярах фаланг пальцев, что подтверждается отсутствием статистически значимых коэффициентов корреляции между значениями скорости кровотока в артериальном участке капилляра и значениями УОК и МОК, которые соответственно составляли $0,02 \pm 0,15$ и $-0,03 \pm 0,15$. Известно, что в случае недостатка обеспечения жизненно важных висцеральных органов кислородом организм увеличивает приток крови к ним за счет снижения кровоснабжения оболочки тела, и в частности поверхности кожи кистей рук, что наиболее ярко выражается при действии низкотемпературных факторов. При этом резкое и достаточно продолжительное снижение кровотока в конечностях не приводит к потере их функции после восстановления кровотока, что неминуемо проявляется в таких органах, как мозг, печень, почки, сердце, где даже кратковременное уменьшение кровотока создает прямую угрозу жизни всего организма.

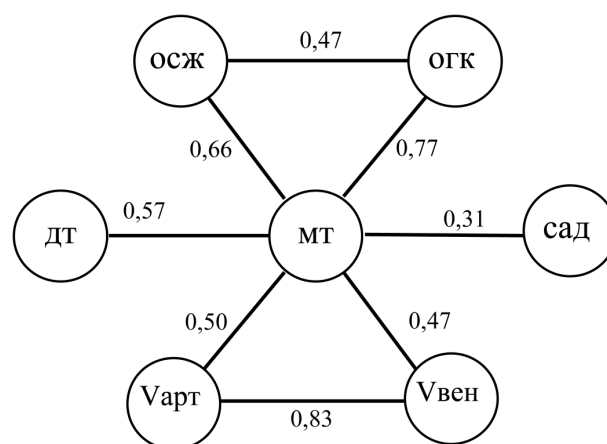
Величины КИТ у всех обследованных нами юношей вне зависимости от особенностей скорости кровотока в микроциркуляционном русле отражали нормальный уровень тонического состояния стенки магистральных сосудов и не имели статистически значимых межгрупповых различий. Однако анализ показателей УИ, физиологический смысл которых позволяет более точно дать представление о зависимости систолического выброса от антропометрических размеров тела и в целом характеризовать разовую производительность сердца, выявил, что в группе

юношей с высокой скоростью капиллярного кровотока отклонение УИ в % от должного значения меньше, чем у обследуемых двух других групп. Видимо, эффективность работы системного кровообращения у лиц с большей скоростью капиллярного кровотока выше относительно испытываемых других групп. В то же время в отношении ни одной из групп нельзя говорить об оптимальном уровне гемодинамики, что, вероятно, отражает цену адаптивных физиологических перестроек уроженцев-европеоидов Крайнего Севера на фоне более высоких значений артериального давления относительно их сверстников — жителей регионов с более благоприятными климатическими условиями [8, 11].

Исходя из показателей центральной гемодинамики, включая значения ОПСС, можно отметить, что эукинетический тип кровообращения в большей степени характерен для группы с высокой скоростью кровотока.

Анализ значений КР, представляющего собой отношение фактического МОК к должному МОК физиологического покоя, показал, что в абсолютных единицах статистически значимых различий между группами не отмечалось. Однако в относительных величинах с учетом антропометрических характеристик выявлены более высокие (на 8–10 %) показатели в группах со средней и низкой скоростью кровотока (по сравнению с обследуемыми из группы с высокой скоростью), что наряду со значимо большими величинами СИ может свидетельствовать о менее эффективной работе системы кровообращения у лиц этих групп.

Анализ статистически значимых корреляционных коэффициентов (рисунок) выявил: масса тела является объединяющим центром взаимосвязей показателей скорости капиллярного кровотока, характеристик гемодинамики и соматометрии во всех группах обследованных лиц, что указывает на необходимость



Структура корреляционной плеяды внутри- и межсистемных взаимосвязей различных показателей гемодинамики и физического развития у юношей Магаданской области

Примечание. ОСЖ — общее содержание жира, ОГК — обхват грудной клетки, САД — систолическое артериальное давление, Vвен — скорость кровотока в венозном отделе капилляра, Vарт — скорость кровотока в артериальном отделе капилляра, ДТ — длина тела, МТ — масса тела.

анализа этой величины при оценке любых адаптивных перестроек в экологических исследованиях, связанных с изучением влияния факторов окружающей среды на различные системы организма.

С учетом этого и полученных различий в показателях обследуемых групп нами был определен ряд общих закономерностей и особенностей центральной гемодинамики, характерных для лиц, отличающихся по скорости капиллярного кровотока (табл. 3).

Таблица 3

Общие закономерности и особенности структуры гемодинамики в группах лиц с различной скоростью капиллярного кровотока

Показатель	Характеристика капиллярного кровотока		
	Низкая скорость кровотока	Средняя скорость кровотока	Высокая скорость кровотока
САД, мм рт. ст.	н	н	↑
ДАД, мм рт. ст.	н	н	↑
ЧСС, уд./мин	н	н	н
МОК, %	↑	↑	н
УИ, %	↑	↑	н
СИ, л/мин/м ²	↑	↑	н
ОПСС, дин	↓	н	н
КИТ, %	н	н	н

Примечание. н — нахождение показателя в нормативном диапазоне; ↑ — повышение показателя относительно физиологической нормы; ↓ — понижение показателя относительно физиологической нормы.

Так, для лиц с низкой скоростью кровотока характерно снижение тонуса прекапиллярного русла (меньшие значения ОПСС) на фоне повышенных показателей МОК, УИ, СИ (объемные характеристики гемодинамики). Это может указывать на то, что гипергемодинамический статус гемодинамики компенсирован оптимальными величинами КИТ и вазодилатационным механизмом прекапиллярного кровотока, что ведет к снижению депонирования крови из венозного русла, уменьшая постнагрузку на сердце и сохраняя САД и ДАД на оптимальном для данной возрастной группы уровне.

У лиц с высокой скоростью кровотока отмечены оптимальные величины объемных характеристик гемодинамики и при более высоких значениях ОПСС, что способствует повышению САД и ДАД до уровней, свойственных лицам с высоким нормальным артериальным давлением. Это можно рассматривать как некие системные типологические особенности, направленные на обеспечение адекватных адаптивных перестроек за счет различных физиологических механизмов.

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что вариабельность соматометрических характеристик и расчетных индексов физического состояния групп юношей имеет определенную вза-

имосвязь с их скоростью кровотока в капиллярах ногтевого ложа фаланг пальцев кисти. Так, у лиц с наибольшими параметрами размеров тела отмечались более высокая крепость телосложения и скорость капиллярного кровотока. Лица с низкой скоростью кровотока характеризуются относительно большими значениями объемных характеристик центральной гемодинамики при меньших величинах общего периферического сопротивления сосудов. В то же время у обследуемых с высокой скоростью кровотока ведущая роль в поддержании адекватного уровня гемодинамики в основном принадлежит абсолютным значениям артериального давления. Таким образом, полученные при исследовании результаты позволяют считать показатели скорости капиллярного кровотока еще одним информативным типизационным маркером при оценке состояния кардиогемодинамики, что дополняет представления об индивидуальных особенностях физического и функционального развития у молодых жителей Северо-Востока России.

Список литературы

1. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
2. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р., Дёгтева Г. Н. Некоторые особенности физиологических реакций организма рабочих при экспедиционно-вахтовом методе организации труда в Заполярье // Физиология человека. 1996. Т. 22, № 4. С. 137–142.
3. Дерягина Л. Е., Цыганок Т. В., Рувинова Л. Г., Гудков А. Б. Психофизиологические свойства личности и особенности регуляции сердечного ритма под влиянием трудовой деятельности // Медицинская техника. 2001. № 3. С. 40–44.
4. Жемайтис Д. И. Вегетативная регуляция и развитие осложнения ИБС // Физиология человека. 1989. Т. 15, № 2. С. 3–13.
5. Казакова Т. В. Конституциональные особенности физического статуса, вегетативной регуляции и метаболизма клеток иммунной системы в юношеском возрасте: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Красноярск, 2009. 52 с.
6. Кубушка О. Н., Гудков А. Б., Лабутин Н. Ю. Некоторые реакции кардиореспираторной системы у молодых лиц трудоспособного возраста на стадии адаптивного напряжения при переезде на Север // Экология человека. 2004. № 5. С. 16–18.
7. Лютикова Л. Н., Салтыкова М. М., Рябыкина Г. В. Методика анализа суточной вариабельности сердечного ритма // Кардиология. 1995. № 1. С. 45–50.
8. Максимов А. Л., Харин А. В. Структура капилляров и микроциркуляции у аборигенов и укоренённых европеоидов — постоянных жителей Крайнего Северо-Востока России // Экология человека. 2016. № 11. С. 23–28.
9. Нифонтова О. Л., Литовченко О. Л., Гудков А. Б. Показатели центральной и периферической гемодинамики детей коренной народности Севера // Экология человека. 2010. № 1. С. 28–32.
10. Профилактика, диагностика и лечение артериальной гипертензии. Российские рекомендации (второй пересмотр) // Приложение к журналу Кардиоваскулярная терапия и профилактика. М., 2004. 20 с.
11. Суханова И. В., Максимов А. Л., Вдовенко С. И.

Особенности адаптации у юношей Магаданской области: морфофункциональные перестройки (сообщение 1) // Экология человека. 2013. № 8. С. 3–10.

12. Трушкина Л. Ю., Трушкин А. Г., Демьянова Л. М. Гигиена и экология человека. М.: Феникс, 2003. 448 с.

13. Юрьев В. В., Симаходский А. С., Воронович Н. Н., Хомич М. М. Рост и развитие ребенка. СПб.: Питер, 2003. 272 с.

14. Dunaev A. V., Sidorov V. V., Krupatkin A. I., Rafailov I. E., Palmer S. G., Stewart N. A., Sokolovski S. G., Rafailov E. U. Investigating tissue respiration and skin microhaemocirculation under adaptive changes and the synchronization of blood flow and oxygen saturation rhythms // *Physiological Measurement*. 2014. Vol. 35 (4). P. 607–621.

15. Hamlin M. J., Hellemans J. Effect of intermittent normobaric hypoxic exposure at rest on haematological, physiological and performance parameters in multi-sport athletes // *J. Sports Sci.* 2007. Vol. 25. P. 431–441.

16. Jung P., Trautinger F. Capillaroscopy // *J. Dtsch. Dermatol. Ges.* 2013. Vol. 11. P. 731–736.

17. Kui Xu, Joseph C. LaManna. Chronic hypoxia and the cerebral circulation // *J. Appl. Physiol.* 2006. Vol. 100. P. 725–730.

18. Le Blanc J. Mechanisms of adaptations to cold // *Int. J. Sports Med.* 1992. Supp. 1. P. 169–172.

19. Shepro D. *Microvascular Research: Biology and Pathology*. Publisher: Academic, 2005. Vol. 1-2, 1296 p.

References

1. Borovikov V. P. *Statistica. Iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere* [Statistica. The art of analyzing data on a computer]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2003, 688 p.

2. Gudkov A. B., Tedder Yu. R., Degteva G. N. Some Features of Physiological Responses in Expedition and Rotational Workers in the Arctic. *Fiziologiya cheloveka*. 1996, 22 (4), pp. 137–142. [in Russian]

3. Deryagina L. E., Tsyganok T. V., Ruvinova L. G., Gudkov A. B. Psychophysiological traits of personality and specific features of cardiac rhythm regulation during occupational activity. *Meditinskaya Tekhnika*. 2001, 35 (3), pp. 166–170. [in Russian]

4. Zhemaitite D. I. Autonomic regulation and development for IHD implications. *Fiziologiya cheloveka*. 1989, 15 (2), pp. 3–13. [in Russian]

5. Kazakova T. V. *Konstitutsional'nye osobennosti fizicheskogo statusa, vegetativnoi regulatsii i metabolizma kletok immunnogo sistema v yunosheskom vozraste. Avtoref. doct. diss.* [Constitutional profiles of physical status, autonomic regulation and immune system cell metabolism at youth age. Author's abstract of doct. diss.]. Krasnoyarsk, 2009, 52 p.

6. Kubushka O. N., Gudkov A. B., Labutin N. Yu. Some reactions in the cardiorespiratory system in young persons of able-bodied age at the stage of the adaptive strain by removal to the North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 5, pp. 16–18. [in Russian]

7. Lyutikova L. N., Saltykova M. M., Ryabykina G. V.

Method of analysis of heart rate daily variability. *Kardiologiya*. 1995, 1, pp. 45–50. [in Russian]

8. Maksimov A. L., Kharin A. V. Capillary and microcirculation structure observed in aborigines and North-born caucasoids residents of Russia's extreme North-East. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 11, pp. 23–28. [in Russian]

9. Nifontova O. L., Litovchenko O. L., Gudkov A. B. Indices of central and peripheral hemodynamics in indigenous children of the North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 1, pp. 28–32. [in Russian]

10. Profilaktika, diagnostika i lechenie arterial'noi gipertenzii. Rossiiskie rekomendatsii (vtoroi peresmotr) [Prophylaxis, diagnostics and treatment of hypertension. Russian recommendations (the second revision)]. In: *Prilozhenie k zhurnalu Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [A supplement to the journal of Cardiovascular therapy and prophylaxis]. Moscow, 2004, 20 p.

11. Sukhanova I. V., Maksimov A. L., Vdovenko S. I. Peculiarities of adaptation observed in young male residents of Magadan region: morphofunctional changes (Report 1). *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 8, pp. 3–10. [in Russian]

12. Trushkina L. Yu., Trushkin A. G., Dem'yanova L. M. *Gigiena i ekologiya cheloveka* [Human hygiene and ecology]. Moscow, 2003, 448 p.

13. Yur'ev V. V., Simakhodskii A. S., Voronovich N. N., Khomich M. M. *Rost i razvitie rebenka* [Child growth and development]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2007, 272 p.

14. Dunaev A. V., Sidorov V. V., Krupatkin A. I., Rafailov I. E., Palmer S. G., Stewart N. A., Sokolovski S. G., Rafailov E. U. Investigating tissue respiration and skin microhaemocirculation under adaptive changes and the synchronization of blood flow and oxygen saturation rhythms. *Physiological Measurement*. 2014, 35 (4), pp. 607–621.

15. Hamlin M. J., Hellemans J. Effect of intermittent normobaric hypoxic exposure at rest on haematological, physiological and performance parameters in multi-sport athletes. *J. Sports Sci.* 2007, 25, pp. 431–441.

16. Jung P., Trautinger F. Capillaroscopy. *J. Dtsch. Dermatol. Ges.* 2013, 11, pp. 731–736.

17. Kui Xu, Joseph C. La Manna. Chronic hypoxia and the cerebral circulation. *J. Appl. Physiol.* 2006, 100, pp. 725–730.

18. Le Blanc J. Mechanisms of adaptations to cold. *Int. J. Sports Med.* 1992, 1, pp. 169–172.

19. Shepro D. *Microvascular Research: Biology and Pathology*. Publisher Academic, 2005, vol. 1-2, 1296 p.

Контактная информация:

Аверьянова Инесса Владиславовна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии экстремальных состояний ФГБУН «Научно-исследовательский центр «Арктика»» Дальневосточного отделения Российской академии наук

Адрес: 685000, г. Магадан, ул. Карла Маркса, д. 24
E-mail: Inessa1382@mail.ru