

## **СВЯЗЬ ИНДЕКСА РОРЕРА У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ПРОХОДЯЩИХ ВОЕННУЮ СЛУЖБУ В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ, С ОЦЕНКОЙ ФУНКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

**Лемещенко А.В.<sup>1</sup>, Криштоп В.В.<sup>2</sup>, Семенов А.А.<sup>1,3</sup>, Никонорова В.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ, Санкт-Петербург, e-mail: lav\_1981@mail.ru, anglichanova@gmail.com;

<sup>2</sup>ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург

Индекс массы тела (ИМТ) и индекс Рорера – ростовесовые индексы, рассчитываемые на основании одинаковых первичных показателей, однако имеющие разный антропометрический смысл. Методики, используемые при оценке состояния военнослужащих, должны быть информативными и использовать минимальное количество первичных данных. В связи с этим поставлена цель определить связь ростовесовых показателей с различными данными лабораторных и инструментальных методов диагностики у военнослужащих, проходящих службу в различных, в том числе экстремальных, климатических условиях. В исследовании приняли участие 313 военнослужащих по контракту Воздушно-космических сил Российской Федерации. Средний возраст респондентов составил 34 года. Группу 1 составили 97 человек, группу 2 – 129 человек, группу 3 – 87 человек. Военнослужащие группы 1 проходили службу в арктическом поясе (выше 66°с.ш), группы 2 – в умеренном климатическом поясе (50°с.ш.), группы 3 – в условиях среднегорья субтропического пояса (42°с.ш.). Было показано, что прохождение службы в условиях арктического пояса статистически значимо ассоциировано со снижением ИМТ и повышением индекса Рорера относительно других климатических зон. Анализ результатов стратификации военнослужащих по индексу Рорера показал связь с жесткостью артериальной стенки по данным фотоплетизмографии. Статистически значимыми показателями взаимосвязи ИМТ с сердечно-сосудистой системой (ССС) стали высокая ЧСС и высокие показатели ДАД (диастолического артериального давления) при высоком ИМТ. Выделение групп на основании вышеприведенных индексов имеет общие особенности, они характеризуют исследуемый контингент со стороны возрастных изменений, биохимических показателей крови, показателей инструментальных методов диагностики и климатогеографических факторов места службы и могут свидетельствовать о ранних признаках патологии ССС. Одним из перспективных направлений является продолжение исследования совместного использования ИМТ, индекса Рорера и фотоплетизмографии для более полной оценки состояния ССС военнослужащих, проходящих службу в различных, в том числе экстремальных, климатических условиях, в связи с их информативностью при использовании минимального количества первичных данных.

Ключевые слова: индекс массы тела, индекс Рорера, климатический пояс, среднегорье, субтропический пояс, сердечно-сосудистая система, Арктика, экстремальные климатические условия, фотоплетизмография.

## **RELATIONSHIP OF THE RORER INDEX IN MILITARY PERSONNEL IN DIFFERENT CLIMATIC ZONES WITH THE ASSESSMENT OF THE FUNCTION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM**

**Lemeshchenko A.V.<sup>1</sup>, Krishtop V.V.<sup>2</sup>, Semenov A.A.<sup>1,3</sup>, Nikonorova V.G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FGBVOU VO «Military Medical Academy named after S.M. Kirov», Russian Federation Ministry of Defense, St. Petersburg, e-mail: lav\_1981@mail.ru, anglichanova@gmail.com;

<sup>2</sup>State Research and Testing Institute of Military Medicine of the Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg;

<sup>3</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg

The body mass index (BMI) and the Rohrer index are height-weight indices calculated on the basis of the same primary indicators, but having a different anthropometric meaning. The methods used in assessing the condition of military personnel should be informative and use a minimum amount of primary data. In this regard, the goal is to determine the relationship of height and weight indicators with various data of laboratory and instrumental diagnostic methods in military personnel serving in various, including extreme climatic conditions. The study involved 313 servicemen under the contract of the Aerospace Forces of the Russian Federation. The average age was 34 years. Group 1 consisted of 97 people, group 2 – 129 people, group 3 – 87 people. The servicemen of group 1 served in the Arctic zone (above 66 ° C.W), group 2 – in the temperate climatic zone (50 ° C. W), group 3 - in the

conditions of the mid-mountain subtropical zone (42 ° C. W). It was shown that service in the Arctic zone is statistically significantly associated with a decrease in BMI and an increase in the Rohrer index in relation to other climatic zones. Analysis of the results of the stratification of servicemen according to the Rohrer index showed a relationship with the stiffness of the arterial wall according to photoplethysmography. Statistically significant indicators of the relationship between BMI and the cardiovascular system (CVS) were high heart rate and high DBP (diastolic blood pressure) with high BMI. The selection of groups based on the above indices has common features, they characterize the studied contingent in terms of age-related changes, blood biochemical parameters, indicators of instrumental diagnostic methods and climatic and geographical factors of the duty station and may indicate early signs of CVS pathology. One of the promising areas is to continue the study of the combined use of BMI, Rohrer index and photoplethysmography for a more complete assessment of the state of the cardiovascular system of military personnel serving in various, including extreme, climatic conditions due to their informativeness when using a minimum amount of primary data.

Keywords: body mass index, Rohrer index, climatic zone, cardiovascular system, Arctic, extreme climatic conditions, photoplethysmography.

В настоящее время особенно актуальными становятся вопросы физического здоровья военнослужащих. Как известно, смена региона проживания сопряжена с адаптацией и, как следствие, с перестройкой множества процессов в организме, особенно в холодной климатической зоне [1]. Значительную роль играют неблагоприятные климатические, медико-экологические и социальные факторы места пребывания [2]. Так, по данным литературы, совокупность неблагоприятных климатических особенностей Арктического региона сопровождается не только изменением фенотипа (феноакклиматизацией), но и геноакклиматизацией [3], перебалансировкой механизмов регуляции всех систем организма, что приводит к формированию специфического морфофункционального экотипа, максимально адаптированного к местным условиям [4]. Пребывание в арктическом климатическом поясе оказывает значимый неблагоприятный эффект на сосудистый эндотелий, провоцируя развитие его дисфункции. Жесткость артериальной стенки является одним из показателей эндотелиальной дисфункции и сопряжена с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями [5].

Нахождение в среднегорье субтропического пояса с устойчиво высокой температурой также приводит к различным сосудистым заболеваниям, которые ассоциированы с такими механизмами, как замедление утилизации кислорода тканями, что может приводить к росту артериального давления, сужению артериол и перегрузке миокарда, что к тому же обуславливает повышенные требования к сердечно-сосудистой системе [6].

Поспешная релокация воинских коллективов, смена климатогеографических факторов приводят к сбою установленных механизмов и отражаются на морфофункциональном состоянии организма человека. Еще в 1926 году В.В. Бунак предложил программу комплексного изучения малых народностей, не подвергшихся сильному антропогенному воздействию, для исследования процесса взаимодействия человека со средой обитания, в том числе по следующим критериям: санитарная и функциональная конституция, физическое развитие, пропорции тела, возрастное и половое развитие и биохимические свойства.

Измерение антропометрических данных является простым, информативным, неинвазивным (ВОЗ, 1995), малозатратным методом оценки состояния органов и систем, а также может свидетельствовать об успешности адаптационных процессов курсантов [7], военнослужащих и может быть использовано для оценки уровня их адаптации к любым климатическим условиям.

Одним из весоростовых методов, основанных на антропометрических показателях, является индекс Рорера, характеризующий относительную плотность тела, по которому можно оценить физическое развитие человека [8]. Показано, что индекс Рорера имеет высокий уровень статистической значимости даже для очень низкорослых и очень высоких людей, формирующих ту категорию обследуемых, в которой ИМТ дает сомнительные результаты. Однако ИМТ используется чаще, что позволяет сравнивать полученные результаты с данными, полученными в исследованиях других авторов [9], а также является единственным антропометрическим индексом, оцениваемым при прохождении медицинских осмотров и диспансеризации военнослужащих [10].

Индексы имеют разный антропометрический смысл. Если ИМТ – это индекс телосложения, который устанавливает соответствие между ростом и массой тела и, соответственно, может характеризовать ее недостаток или избыток, то индекс Рорера в большей степени характеризует компонентный состав тела [11]. Этим обусловлено сочетанное использование вышеуказанных индексов в антропометрических исследованиях.

Цель исследования – выявить возможное соотношение ростовесовых показателей с различными данными лабораторных и инструментальных методов диагностики у военнослужащих, проходящих службу в различных климатических условиях.

#### **Материал и методы исследования**

В исследовании приняли участие 313 военнослужащих по контракту Воздушно-космических сил Российской Федерации, признанных по результатам медицинского освидетельствования военно-врачебной комиссией (ВВК) годными к военной службе, к службе по военно-учетной специальности в различных климатогеографических условиях. Средний возраст исследуемых составил 34 года. Группу 1 составили 97 человек, группу 2 – 129 человек, группу 3 – 87 человек. Военнослужащие группы 1 проходили службу в арктическом поясе (выше 66°с.ш), группы 2 – в умеренном климатическом поясе (50°с.ш.), группы 3 – в условиях среднегорья субтропического пояса (42°с.ш.). Достоверных статистических различий по возрасту в исследуемых группах не выявлено. В арктическом поясе обследование проводилось в контрастное время года (март 2021 года). Все обследуемые были проинформированы об участии в данном исследовании и дали на него информированное согласие.

Антропометрическое обследование включало измерение длины (ДТ), массы тела (МТ), окружности грудной клетки (ОГК) по стандартной методике. Рассчитывались: индекс массы тела (ИМТ – отношение  $МТ/ДТ^2$ ), индекс Рорера (отношение  $МТ/ДТ^3$ ). Оценка функции ССС осуществлялась посредством определения показателей ЧСС, измерения АД, биохимического исследования липидного обмена (холестерин, триглицериды, липопротеины высокой плотности, липопротеины низкой плотности) и оценки регионарного кровообращения с использованием прибора АнгиоСкан-01П на основе исследования формы объемной пульсовой волны фотоплетизмографическим датчиком. По результату тестирования прибор выдает оценку по следующим параметрам: частота пульса, тип пульсовой волны (А – наблюдается у лиц пожилого возраста старше 55 лет либо у более молодых при сочетании высокой жесткости крупных приводящих артерий с высоким тонусом мелких резистивных артерий, В – наблюдается у лиц старше 40 лет либо у более молодых, но имеющих факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, С – наблюдается у лиц молодого возраста до 30 лет, которые не имеют факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с атеросклерозом), жесткость сосудов (данный параметр оценивает состояние крупных артерий (аорты или ее основных ветвей)). При увеличении жесткости артерий демпфирование пульсации крови, создаваемое левым желудочком сердца, резко снижается, и это приводит к повреждению капилляров и нарушению микроциркуляции в различных органах (головном мозге, почках). Если процент жесткости имеет отрицательное значение, то это свидетельствует о сохраненной эластичности артериальной стенки. Чем больше отрицательная величина процента жесткости, тем в лучшем состоянии находятся крупные артерии. Идеальное значение этого параметра колеблется в диапазоне от  $-20\%$  до  $-30\%$ .

С целью выявления дополнительных критериев соотношения антропометрических данных с функцией других органов и систем в исследование также были включены такие биохимические показатели, как аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспаратаминотрансфераза (АСТ), холестерин, триглицериды, ЛПВП, ЛПНП.

Базу данных формировали в электронных таблицах Microsoft Excel 2019. Статистическую обработку данных производили с использованием программы Statistica 10.0. Для всех количественных показателей проводили проверку соответствия вариационных рядов закону нормального распределения при помощи критерия Шапиро–Уилка. Полученные данные были охарактеризованы при помощи среднего арифметического значения и стандартного отклонения  $M \pm m$ . Для качественных данных основными характеристиками являлись число объектов с конкретным значением критерия и проценты как относительное доленое выражение от общего числа объектов. Оценка значимости различий средних значений количественных показателей, имеющих нормальное распределение, производилась: для 2

групп при помощи t-критерия Стьюдента при равных дисперсиях, t-критерия Уэлча – при неравных дисперсиях; при более 2 групп – при помощи однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для независимых выборок. Для переменных, распределение которых отличалось от закона нормального распределения, использовались U-тест Манна–Уитни при сравнении 2 групп и тест Краскела–Уоллиса, если групп было больше 2. Различия признавали статистически значимыми, если двусторонний показатель p-value был меньше 0,05.

### Результаты исследования и их обсуждение

При сравнении антропометрических показателей военнослужащих разных групп статистически значимы более низкие значения окружности грудной клетки лиц, проходящих службу в условиях умеренного климатического пояса, а также более высокая плотность тела по данным значения индекса Рорера ( $15,1 \pm 2,9$  кг/м<sup>3</sup>) и более низкий ИМТ ( $23,6 \pm 4,1$  кг/м<sup>2</sup>) среди лиц, проходящих службу в условиях арктического климатического пояса (табл. 1), что, по нашему мнению, связано с перестройкой метаболизма жиров.

Таблица 1

Антропометрические показатели военнослужащих, проходящих военную службу в различных климатогеографических поясах

Показатели	Климатический пояс			p-value
	Арктический	Умеренный	Субтропический	
Рост, см, M±m	176,6±7,3	178,3±6,7	176,6±8,6	0,203
Вес, кг, M±m	83,4±15,3	80,1±12,2	78,3±12,7	0,084
ОГК, см, M±m	102,5±9,7	96,4±9,5*	101,5±9,8	0,002
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> , M±m	23,6±4,1*	25,2±3,1	25,1±3,7	<0,001
Индекс Рорера, кг/м <sup>3</sup> , M±m	15,1±2,9*	14,0±2,2	14,3±2,3	0,018

Примечание: \* – абсолютные значения статистически значимы.

Таким образом, в условиях службы в арктическом климатическом поясе происходит повышение доли военнослужащих с высокими показателями индекса Рорера по сравнению с военнослужащими, служба которых проходит в умеренной климатической зоне и среднегорье субтропического пояса. При разделении по индексу Рорера наших обследуемых (табл. 2) были отмечены следующие различия: более младший возраст ( $25,8 \pm 4,7$  года) был ассоциирован с более низкими показателями индекса Рорера, а для военнослужащих старшего возраста ( $33,7 \pm 8,0$  года) был характерен более высокий индекс Рорера; короткий стаж военной службы (до 5 лет) характеризуется самой высокой долей военнослужащих (66,7%) с низкими показателями индекса Рорера, наибольшая доля военнослужащих с высокими показателями индекса Рорера имеют стаж военной службы 5–10 лет (41,0%), тем самым сокращается доля

военнослужащих с низким индексом Рорера. При стаже военной службы более 10 лет отмечается снижение доли военнослужащих со средними показателями индекса Рорера до 22,0% от всех военнослужащих этой группы. В показателях биохимического анализа крови наиболее интересным представляется снижение показателей АСТ относительно других групп военнослужащих с гармоничными показателями индекса Рорера, что, вероятно, связано с адаптационными механизмами энергетического обмена, в частности витамина В<sub>6</sub>, и требует дальнейших исследований. Данные фотоплетизмографии демонстрируют высокую долю военнослужащих с высокой эластичностью артериальной стенки среди лиц с низким индексом Рорера. А у лиц с высоким индексом Рорера отмечается повышение жесткости стенки артерий (до значения 5,3±16).

Таблица 2

Данные биохимического исследования крови и фотоплетизмографии военнослужащих в зависимости от относительной плотности тела (индекса Рорера)

Показатели		Индекс Рорера			p-value
		Низкий (менее 10,7 кг/м <sup>3</sup> ) n=9	Гармоничный (от 10,7 до 13,7 кг/м <sup>3</sup> ) n=109	Высокий (более 13,7 кг/м <sup>3</sup> ) n=195	
Климатический пояс, n (%)	Арктический	0 (00,0)	33 (30,3)	64 (32,8)*	0,216
	Умеренный	4 (44,4)*	47 (43,1)	78 (40,0)	
	Субтропический	5 (55,5)*	29 (26,6)	53 (27,2)	
Возраст, лет, M±m		25,8±4,7*	31,0±7,5	33,7±8,0*	0,001
Стаж, лет, M±m		5,6±5,4	10,4±8,0	11,7±7,7	0,111
Стаж, n (%)	до 5 лет	6 (66,6)*	47 (43,1)	73 (37,4)	0,276
	5–10 лет	2 (22,2)	38 (34,9)	80 (41,0)*	
	больше 10 лет	1 (11,1)	24 (22,0)*	42 (21,5)	
<b>Биохимический анализ крови</b>					
АЛТ, Ед/л, M±m		17,6±6,2*	21,4±11,2	26,3±13,9	0,010
АСТ, Ед/л, M±m		23,4±0,9	20,0±9,7*	26,9±22,6	0,011
Холестерин, ммоль/л, M±m		5,2±0,7	5,0±0,8	5,5±0,9	0,023
ТГ, ммоль/л, M±m		1,1±0,5	1,1±0,5	1,2±0,6	0,431
ЛПВП, ммоль/л, M±m		2,2±0,5	2,1±0,5	1,9±0,4	0,103
ЛПНП, ммоль/л, M±m		2,3±0,8	2,4±0,8	3,0±2,7	0,080
<b>Фотоплетизмография, ЧСС и АД</b>					

Жесткость сосудов, усл.ед (норма: 18–35 лет – от –40 до –5; старше 40 лет – от –5 до 5), М±m		-16,6±10,2	-8,3±17,2	-5,3±16	0,039
Тип пульсовой волны, n (%)	А – жесткая стенка артерий	0 (0)	12 (11,0)	37 (19,0)	0,021
	В – средняя жесткость артериальной стенки	0 (0)	2 (1,8)	11 (5,6)	
	С – высокая эластичность артериальной стенки	9 (100)*	95 (87,2)	147 (75,4)	
ЧСС, М±m		80,6±7,9	75,6±9,8	74,8±12,3	0,111
САД, мм рт. ст., М±m		114,2±10,2	118,1±17,1	122,3±14,3	0,041
ДАД, мм рт. ст., М±m		75,0±8,4	79,1±6,2	80,0±6,8	0,216

Примечание: \*– абсолютные значения и частота статистически значимы, \*\* – нет данных.

В дальнейшем нами сопоставлены особенности данных лабораторных и инструментальных методов исследования с состоянием здоровья военнослужащих, проходящих службу в различных климатических поясах, в зависимости от ИМТ (табл. 3).

Таблица 3

Показатели лабораторных и инструментальных методов исследования состояния здоровья военнослужащих, проходящих службу в различных климатических поясах, в зависимости от ИМТ

Показатели		Группы по ИМТ			p-value
		Норма n=175	Предоужирение n=114	Ожирение n=24	
Климатический пояс, n (%)	Арктический	69 (39,4)*	24 (21,1)	4 (17,4)	0,004
	Умеренный	61 (34,9)	58 (50,9)*	9 (39,1)	
	Субтропический	45 (25,7)	32 (28,1)	11 (45,8)*	
Возраст, лет, М±m		31,5±7,4	33,7±8,0	35,8±10,2*	0,034
Стаж, лет, М±m		10,9±7,6	11,1±7,5	12,3±10,5	0,970
Стаж по группам, n (%)	до 5	46 (26,3)	25 (21,9)	7 (30,4)	0,999
	5–10 лет	48 (27,4)	40 (35,1)	6 (26,1)	
	больше 10	81 (46,3)	49 (43,0)	10 (43,5)	
<b>Биохимический анализ крови</b>					
АЛТ, Ед/л, М±m		22,5±11,7*	30,7±17,3	35,0±32,0	0,003

АСТ, Ед/л, М±m		22,0±8,5*	30,1±33,6	27,0±6,6	0,009
Холестерин, ммоль/л, М±m		5,1±0,9*	5,6±1,1	5,7±1,0	0,032
ТГ, ммоль/л, М±m		1,1±0,5*	1,3±0,6	1,9±0,9	0,001
ЛПВП, ммоль/л, М±m		2,0±0,5*	1,7±0,3	1,5±0,2	0,001
ЛПНП, ммоль/л, М±m		2,8±2,6	3,0±1,0	3,1±0,9	0,074
<b>Фотоплетизмография, ЧСС и АД</b>					
Жесткость сосудов, усл.ед. (норма: 18–35 лет – от –40 до –5; старше 40 лет – от –5 до 5), М±m		–4,9±16,8	–7,0±16,7	–10,6±14,5	0,302
Военнослужащие с различными типами пульсовой волны, n (%)	А – жесткая стенка артерий	20 (11,6)	15 (13,2)	3 (12,51)	0,607
	В – средняя жесткость артериальной стенки	4 (2,32)	5 (4,4)	1 (4,17)	
	С – высокая эластичность артериальной стенки	117 (67,86)	69 (60,72)	14 (58,38)	
ЧСС, уд./мин., М±m		76,0± 11,8	73,1±10,0	79,9±13,0	0,061
САД, мм рт. ст., М±m		117,3± 20,1*	123,3±7,5	127,8±11,8	0,001
ДАД, мм рт. ст., М±m		78,1±7,2	79,8±7,1	83,1±7,5*	0,022

Примечание: \* – абсолютные значения и частота статистически значимы

При разделении обследуемых по ИМТ (табл. 3) выявлены следующие различия: в арктическом климатическом поясе отмечается большая доля военнослужащих с ИМТ, соответствующим норме (39,4%), в умеренном климатическом поясе – превалирование военнослужащих с избыточной массой тела (50,9%), среднегорье субтропического климатического пояса характеризуется наибольшей долей лиц с ожирением (45,8%). В исследуемом контингенте военнослужащих более старший возраст (35,8±10,2 года) был ассоциирован с большей долей лиц с ИМТ, соответствующим ожирению. Со стороны биохимических показателей крови достоверные особенности со стороны группы с нормальными значениями ИМТ включали в себя: низкие значения АЛТ (22,5±11,7 Ед/л), АСТ (22,0±8,5 Ед/л), холестерина (5,1±0,9 ммоль/л), триглицеридов (1,1±0,5 ммоль/л), липопротеинов высокой плотности (2,0±0,5 ммоль/л), что не имеет клинической ценности. Со

стороны сердечного ритма среди военнослужащих с ИМТ, соответствующим ожирению, отмечали статистически значимое превалирование доли лиц с высокими показателями ЧСС; низкие значения систолического артериального давления в большей степени были у военнослужащих с ИМТ в пределах нормы ( $117,3 \pm 20,1$  мм рт. ст.), более высокие средние показатели диастолического артериального давления ( $83,1 \pm 7,5$  мм рт. ст.) регистрировали у лиц с ИМТ, соответствующим ожирению.

Выделение групп на основании вышеприведенных индексов имеет общие особенности: они эффективно характеризуют исследуемый контингент со стороны возрастных изменений, биохимических показателей крови, показателей инструментальных методов диагностики и климатогеографических факторов места и продолжительности службы. Значимый фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний по данным фотоплетизмографии установлен у лиц с высоким индексом Рорера, у которых определяется повышение жесткости стенки артерий (до значения  $-5,3 \pm 16$ ) с превышением среднего значения паспортного возраста обследуемых на 6–7 лет (преждевременное старение).

Таким образом, условия службы в различных климатических поясах оказывают существенное влияние на адаптацию сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем организма военнослужащих. Выявленная связь между показателями артериальной жесткости сосудистой стенки и высоким индексом Рорера может иметь важное диагностическое и прогностическое значение в ранней диагностике сердечно-сосудистых событий.

### **Заключение**

Военнослужащие, проходящие службу в различных климатических зонах, имеют различные показатели ИМТ и индекса Рорера. Адаптация к службе в условиях арктического пояса сопряжена со снижением ИМТ и повышением индекса Рорера относительно других групп военнослужащих, а в среднегорье субтропического климатического пояса ассоциируется с наибольшей долей лиц с ожирением при более низком индексе Рорера по сравнению с группой военнослужащих других климатических зон. Данные результаты позволяют предположить, что основной обмен в разных климатических условиях отличается и имеет свои особенности. При сравнительном анализе результатов стратификации военнослужащих по индексу Рорера и ИМТ было продемонстрировано преимущество индекса Рорера при оценке жесткости сосудов мышечного типа, которая, в свою очередь, является интегральным показателем риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Совместное использование ИМТ и индекса Рорера в сочетании с фотоплетизмографией для оценки состояния сердечно-сосудистой системы у военнослужащих, проходящих службу как в обычных климатических условиях, так и в экстремальных, является информативным, неинвазивным, простым, малозатратным, быстрым методом оценки состояния сердечно-

сосудистой системы при использовании минимального количества первичных данных, что позволяет оптимизировать сбор первичных данных и представить более полную картину для оценки рисков развития сердечно-сосудистых событий при прохождении медицинских осмотров и диспансеризации военнослужащих в различных климатических зонах.

Безусловно, требуются дальнейшие исследования, позволяющие оценить стратификацию индекса Рорера в сочетании с фотоплетизмографией и другими лабораторными и инструментальными методами, дающими более точную оценку функции сердечно-сосудистой системы, а также необходимо изучить возможную связь с неблагоприятными сердечно-сосудистыми событиями.

### Список литературы

1. Гридин Л.А., Шишов А.А., Дворников М.В. Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера // ЗНиСО. 2014. №4 (253). С. 4-6.
2. Фролова О.В., Лепунова О.Н., Кормина О.С., Чекунова О.С. Влияние продолжительности проживания в условиях крайнего севера на состояние гематологических параметров у мужчин и женщин разных возрастов // Успехи современного естествознания. 2004. № 3. С. 40-41.
3. Wu T., Kaiser B. Adaptation of Tibetans to the highlands // High Alt. Med. Biol. 2006. Vol. 7(3). P. 193-208. DOI: 10.1089/ham.2006.7.193.
4. Плахотская Ж.В., Андриянов А.И., Андреев В.П. Параметры здоровья коренного населения Арктики в контексте изменения рациона питания // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2018. №. S1. С. 147-150.
5. Муркамилов И.Т., Сабиров И.С., Фомин В.В., Юсупов Ф.А. Дисфункция эндотелия и жесткость артериальной стенки: новые мишени при диабетической нефропатии // Терапевтический архив. 2017. № 10. С.87-93.
6. Вондимтека Т.Д., Шаов М.Т., Пшикова О.В. Изменение адаптационного потенциала организма в условиях высокогорья и Субтропического климата под воздействием физических упражнений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т.16. № 5. С. 291-294.
7. Гайворонский И.В., Семенов А.А., Криштоп В.В. Сравнительная гендерная характеристика физического развития абитуриентов военной образовательной организации по данным корреляционного анализа // Журнал анатомии и гистопатологии. 2022. Т. 11. № 3. С. 16-22. DOI: 10.18499/2225-7357-2022-11-3-16-22.

8. Половникова М.Г., Калинина И.Н., Кудряшова Ю.А., Зуб М.А. Оценка физического развития детей младшего школьного возраста, занимающихся карате киокушинкай // Современные вопросы биомедицины. 2021. Т. 5. № 4(17). С. 310-325. DOI: 10.51871/2588-0500\_2021\_05\_04\_30.
9. Бойцов С.А., Погосова Н.В., Бубнова М.Г., Драпкина О.М., Гаврилова Н.Е., Еганян Р.А., Калинина А.М., Карамнова Н.С., Кобалава Ж.Д., Концевая А.В., Кухарчук В.В., Лукьянов М.М., Масленникова Г.Я., Марцевич С.Ю., Метельская В.А., Мешков А.Н., Оганов Р.Г., Попович М.В., Соколова О.Ю., Сухарева О.Ю., Ткачева О.Н., Шальнова С.А., Шестакова М.В., Юферева Ю.М., Явелов И.С. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. // Российский кардиологический журнал. 2018. Т. 23. № 6. С. 7-122. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122.
10. Приказ Министра обороны РФ от 05.05.2021 N 265 "Об установлении Перечня исследований, которые проводятся при прохождении медицинских осмотров и диспансеризации военнослужащими Вооруженных Сил Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 11.06.2021 N 63856). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400789813/> (дата обращения: 25.06.2023).
11. Кылосов А.А., Варфоломеева А.А., Стрелюк З.С. Оценка взаимосвязи показателей телосложения, компонентного состава тела и физической подготовленности школьников 13-14 лет // В мире научных открытий. 2016. № 1(73). С. 108-123. DOI: 10.12731/wsd-2016-1-108-123.