

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL ARTICLES

УДК 616-085:355.33

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-3-40-47>**ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЙ МЕТАБОЛИЗМА КОСТНОЙ ТКАНИ
У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА:
ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

Е. Б. Киреева, А. В. Язенок, П. В. Агафонов, С. В. Гайдук, А. В. Чумаков*
Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

ЦЕЛЬ. Изучить особенности нарушений метаболизма костной ткани у военнослужащих в условиях Арктического региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Проведено обследование и изучена медицинская документация 189 военнослужащих мужского пола в возрасте 23–42 лет (средний возраст $29,6 \pm 5,6$ года). В зависимости от места службы всех обследованных разделили на две группы: I – 107 военнослужащих, проходящих военную службу в условиях Арктики, со стажем не менее 2 лет, II – 82 военнослужащих из Западного военного округа. У обследованных военнослужащих оценивались жалобы, данные анамнеза, объективный статус (включая антропометрию), изучалась медицинская документация. Для оценки минеральной плотности костной ткани применяли метод ультразвукографии пяточной кости с использованием денситометра GE Healthcare Achilles. В качестве анализируемых лабораторных показателей метаболизма костной ткани использовали содержание общего кальция, неорганического фосфора, а также концентрацию маркеров костной резорбции СТХ и НТХ в сыворотке крови.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Проведенное обследование показало, что почти у половины (48,6 %) военнослужащих Арктического региона показатель минеральной плотности кости оказался ниже среднего значения для здоровых мужчин аналогичного возраста. Отмечено, что распространенность остеопении в Арктике значимо выше по сравнению с военнослужащими из регионов умеренного климата. При изучении маркеров резорбции костной ткани отмечено, что в группе военнослужащих Арктического региона наблюдалось статистически значимое повышение уровня НТХ, характеризующего темпы деградации недавно сформированной кости, а также тенденция к повышению уровня СТХ, отражающего темпы деградации относительно старой кости.

ОБСУЖДЕНИЕ. Основным звеном патогенеза снижения минеральной плотности кости у военнослужащих в неблагоприятных условиях Арктики является нарушение метаболизма витамина D_3 за счет снижения его образования в коже, а также ограничения поступления с пищей. Высокая распространенность нарушений минеральной плотности кости среди военнослужащих Арктической группировки может свидетельствовать о необходимости более тщательного отбора к службе в Арктическом регионе с обязательным углубленным обследованием системы метаболизма костной ткани (определение содержания общего кальция, неорганического фосфора, витамина D_3), а также выполнением по показаниям остеоденситометрии. Целесообразно проведение ежегодного обследования военнослужащих Арктической группировки по месту службы с привлечением выездных военно-врачебных комиссий, в состав которых должен входить терапевт или ревматолог.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, Арктический регион, военнослужащие, метаболизм костной ткани, остеопения

*Для корреспонденции: Агафонов Павел Владимирович, e-mail: vmeda-nio@mil.ru

*For correspondence: Pavel V. Agafonov, e-mail: vmed-nio@mil.ru

Для цитирования: Киреева Е.Б., Язенок А.В., Агафонов П.В., Гайдук С.В., Чумаков А.В. Особенности нарушений метаболизма костной ткани у военнослужащих в условиях Арктического региона: проспективное исследование // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 3. С. 40–47, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-3-40-47>

For citation: Kireeva E.B., Yazenok A.V., Agafonov P.V., Gaiduk S.V., Chumakov A.V. Characteristics of bone metabolism disorders in military personnel in the arctic regions: prospective study // *Marine medicine*. 2023. Vol. 9, No. 3. P. 40–47. doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-3-40-47>.

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

CHARACTERISTICS OF BONE METABOLISM DISORDERS IN MILITARY PERSONNEL IN THE ARCTIC REGIONS: PROSPECTIVE STUDY

Elena B. Kireeva, Arkadiy V. Yazenok, Pavel V. Agafonov, Sergey V. Gaiduk, Alexandr V. Chumakov*
Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

OBJECTIVE. To study characteristics of bone metabolism disorders in military personnel in the Arctic regions.

MATERIALS AND METHODS. The survey was conducted and medical documentation of 189 male soldiers aged 23–42 (average age – 29,6±5,6) was studied. Depending on the duty station all the surveyed were divided into two groups: I – 107 soldiers, performing military service in the Arctic regions with at least 2 years of experience, II – 82 soldiers from the Western Military Region. Complaints, anamnesis data, objective status (including anthropometry) and medical documentation were assessed and studied in the surveyed military personnel. For estimating bone-mineral density, the method of calcaneus ultrasonography, using «GE Healthcare Achilles» densitometer was applied. The content of total calcium, inorganic phosphorus as well as the concentration of bone resorption markers – CTX and NTX in the blood serum were used as analyzed laboratory rate of bone metabolism.

RESULTS. The study showed that almost half of the military personnel in the Arctic regions (48,6%) had the rate of bone-mineral density below the average value for healthy men of the same age group. It was noted that prevalence of osteopenia in the Arctic is significantly higher compared to military personnel from temperate regions. When studying bone resorption markers, it was noted that the group of Arctic military personnel experienced statistically significant increase in NTX, characterizing the rate of degradation in the newly formed bone as well as the tendency towards increase in CTX, reflecting the rate of degradation relative to the old bone.

DISCUSSION. The main link in the pathogenesis of low bone-mineral density in military personnel in the unfavorable Arctic environment is D_3 vitamin metabolism disorder by lowering its formation in the skin and also it limited intake with food. High prevalence of disorder in bone-mineral density among Arctic military personnel might indicate the need for a more rigorous selection process in the Arctic regions with a mandatory in-depth survey of the bone metabolism system (determination of total calcium content, inorganic phosphorus, D_3 vitamin) as well as performing according to osteodensitometry. It is advisable to conduct an annual survey of the Arctic military personnel at the duty station, involving a visiting military-medical commission with a therapist or rheumatologist as its member.

KEYWORDS: marine medicine, Arctic region, military personnel, bone metabolism, osteopenia

Введение. Благодаря значительным природным запасам углеводов и других полезных ископаемых, близости к Северному морскому пути и важному стратегическому положению Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) часть Арктики, находящаяся под суверенитетом и юрисдикцией Российской Федерации, вызывает повышенный интерес со стороны ведущих мировых держав¹. Около трети территории Арктики законодательно закреплено за Российской Федерацией. Арктическая военная группировка призвана обеспечить безопасность российских границ и предотвращение возможных конфликтов с другими арктическими странами (Дания, Соединенные Штаты Америки, Норвегия, Канада, Исландия), являющимися членами Североатлантического Альянса².

Экстремальные природно-климатические условия Арктического региона обуславливают формирование ряда элементозов, характеризующихся дефицитом эссенциальных элементов, что приводит к формированию «полярного» типа обмена. Важной особенностью данного типа обмена является нарушение метаболизма костной ткани, в основе которого лежит гиповитаминоз витамина D_3 . Причины развития недостаточности и дефицита витамина D_3 у военнослужащих в условиях Арктического региона связаны с неблагоприятными климатическими и географическими факторами, в том числе низкой среднегодовой температурой и недостаточной инсоляцией. Помимо этого, существенное влияние оказывают военно-профессиональные факторы (гиподинамия, шум,

¹Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс] // Российская газета. <http://www.rg.ru/2009/03/30/arktika-osnovy-dok.html> (Дата обращения: 15.09.2020).

²Указ Президента Российской Федерации от 20.07.2017 г. № 327 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области военно-морской деятельности до 2030 года» [Электронный ресурс] // Президент России, офиц. сайт. <http://kremlin.ru/acts/bank/42117> (Дата обращения: 15.09.2020).

вибрации, электромагнитное излучение), а также значимые санитарные и эпидемиологические факторы, включая недостаточную минерализацию питьевой воды, возможный контакт с химическими и биологическими загрязнениями, длительное нахождение личного состава в помещениях с искусственным микроклиматом, а также питание преимущественно консервированной пищей [1, 2].

Во второй половине XX века началось активное изучение влияния Арктического фактора на состояние здоровья людей. В 1980 году академик В. П. Казначеев впервые описал особенности «полярного» типа обмена, в том числе нарушения метаболизма витамина D_3 [3]. Современные сведения о роли витамина D_3 в метаболизме костной ткани представлены на рис. 1.

Витамин D_3 – холекальциферол синтезируется в мальпигиевом слое эпидермиса из 7-дигидрохолестерина под действием ультрафиолетового облучения (УФО) спектром 290–315 нм. Холекальциферол гидроксилируется в печени, образуя 25-гидроксивитамин D_3 . Последний не обладает метаболической активностью и после гидроксилирования в почках под влиянием паратиреоидного гормона преобразуется в активную форму 1,25-дигидроксивитамина D_3 – кальцитриол, обеспечивающий и поддерживающий гомеостаз кальция через его регуляцию в кишечнике и костях [4]. Не вызывает сомнений, что условия Арктического региона оказывают негативное влияние на оба пути поступления витамина D_3 в организм — как али-

ментарный, так и в результате УФО кожи. Закономерным итогом нарушений метаболизма витамина D_3 может служить нарушение гомеостаза кальция и фосфора, а также снижение минерализации кости с развитием остеопении или остеопороза.

Данный патологический процесс усугубляется ограниченной физической активностью определенной категории военнослужащих в условиях Арктики (преимущественно военнослужащих операторского профиля деятельности), что многократно ускоряет патогенез нарушений метаболизма костной ткани и может вести к развитию тяжелых осложнений [5].

Таким образом, принимая во внимание удаленность Арктического региона, его неблагоприятные климатогеографические характеристики, сложную санитарно-эпидемиологическую обстановку, а также особенности военного труда, следует ожидать значительный вклад нарушений метаболизма костной ткани в структуру заболеваемости личного состава Вооруженных Сил Российской Федерации в условиях Арктики, а также существенное влияние данного фактора на показатели физической работоспособности и боеспособности. Вместе с тем, в отличие от активных исследований в сфере гражданского здравоохранения, особенности нарушений метаболизма костной ткани у военнослужащих в условиях Арктического региона изучены недостаточно.

Цель исследования заключалась в изучении особенностей нарушений метаболизма костной ткани у военнослужащих в условиях Аркти-

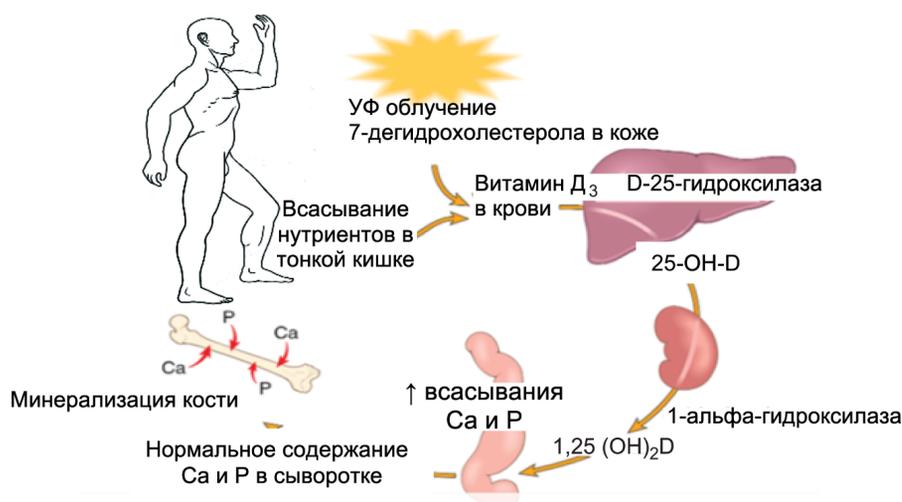


Рис. 1. Роль витамина D_3 в метаболизме костной ткани [4]

Fig 1. The role of vitamin D_3 in bone metabolism [4]

ческого региона на основе комплекса клинических, инструментальных и лабораторных данных обследования.

Материалы и методы. На базе клиники военно-полевой терапии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, а также по месту постоянной службы в условиях Арктического региона (арх. Новая земля, пос. Белушья Губа) проведено обследование и изучена медицинская документация 189 военнослужащих мужского пола в возрасте 23–42 лет (средний возраст $26,9 \pm 5,6$ года). В зависимости от места службы всех обследованных разделили на две группы: I – 107 военнослужащих, проходящих военную службу в условиях Арктики (средний срок службы в данных условиях 3,2 года [1,7–6,7]), II – 82 военнослужащих Западного военного округа.

У обследованных военнослужащих оценивали жалобы, данные анамнеза, объективный статус (включая антропометрию), изучали медицинскую документацию. Критериями включения являлось отсутствие заболеваний опорно-двигательной системы, отсутствие в анамнезе переломов, хронических соматических и инфекционных заболеваний, онкологической патологии, нормальные показатели общего и биохимического анализа крови. Критериями невключения было наличие перечисленных заболеваний или состояний, а также отказ от участия в исследовании. Для оценки минеральной плотности костной ткани (МПК) применяли метод ультразвунографии пяточной кости с использованием

денситометра GE Healthcare Achilles. Результат выражали в виде Z-критерия, представляющего собой стандартное отклонение выше или ниже среднего показателя МПК у здоровых мужчин и женщин аналогичного возраста. В качестве анализируемых лабораторных показателей метаболизма костной ткани использовали содержание общего кальция, неорганического фосфора, а также концентрацию маркеров костной резорбции – С-концевого телопептида коллагена 1-го типа (β -crosslaps, СТХ) и N-концевого телопептида (α -crosslaps, NTX) в сыворотке крови. Результаты были представлены в виде среднего значения признака (M) и его 95 % доверительного интервала (ДИ), а для сравнения количественных показателей в группах использовали метод параметрического анализа – t-критерий Стьюдента [6].

Результаты. Исследуемые группы военнослужащих не отличались по возрасту ($p = 0,073$). Подавляющее большинство (80 %) обследованных военнослужащих относились к возрастной группе до 40 лет. На первом этапе работы проведено сравнение показателей метаболизма костной ткани по данным инструментального и лабораторного обследования в группах I и II. Результаты определения минеральной плотности костной ткани, по данным ультразвунографии пяточной кости, представлены в табл. 1.

Результаты лабораторного исследования маркеров метаболизма костной ткани в изученных группах представлены в табл. 2.

Таблица 1

Показатели минеральной плотности костной ткани у обследуемых военнослужащих в зависимости от региона прохождения службы

Table 1

Indicators of bone mineral density in the examined military personnel depending on the region of service

Показатель	I группа (Арктика) $n = 107$	II группа (умеренный климат) $n = 82$	Значение p
Z-критерий, SD*	$-0,9 \pm 0,7$	$1,1 \pm 1,0$	0,121
Доля военнослужащих с Z-критерием $\leq 2,0$ SD, % (N)**	48,6 (52)#	17,1 (14)	0,032

Примечание: *SD – стандартное отклонение выше или ниже среднего показателя МПК у здоровых мужчин аналогичного возраста

** Z-критерий $\leq -2,0$ SD свидетельствует о «низкой МПК для хронологического возраста» или «ниже ожидаемых по возрасту значений»

– Наличие статистически значимого различия ($p < 0,05$)

Note: *SD is the standard deviation above or below the mean MPC in healthy men of the same age

На следующем этапе исследования принято решение об изучении лабораторных показателей метаболизма костной ткани в подгруппах военнослужащих Арктического региона с наличием (группа Ia) или отсутствием (группа Ib) низкой МПК (на основании Z-критерия $\leq -2,0$ SD). Результаты представлены в табл. 3.

Обсуждение. В результате анализа минеральной плотности костной ткани в зависимости от региона прохождения службы было установле-

но, что в Арктическом регионе отмечалась тенденция к снижению данного показателя по сравнению с регионом умеренного климата, однако статистически значимых различий не выявлено. Вместе с тем после выделения отдельной доли военнослужащих с Z-критерием $\leq 2,0$ SD, что свидетельствует о низкой МПК для хронологического возраста или соответствует значениям ниже ожидаемых по возрасту, в анализируемых группах были выявлены значимые различия.

Таблица 2

Лабораторные маркеры метаболизма костной ткани у обследуемых военнослужащих в зависимости от региона прохождения службы

Table 2

Laboratory markers of bone tissue metabolism in examined military personnel depending on the region of service

Показатель	Нормативные значения	I группа (Арктика) $n = 107$	II группа (умеренный климат) $n = 82$	Значение p
Кальций общий, ммоль/л	2,10–2,55	$2,17 \pm 0,18$	$2,37 \pm 0,52$	0,121
Фосфор неорганический, ммоль/л	0,74–1,52	$0,57 \pm 0,09^*$	$1,23 \pm 0,77$	0,032
Витамин D ₃ , нг/мл	30–100	$21,1 \pm 2,8^*$	$33,3 \pm 4,1$	0,004
СТХ (бета-crosslaps), нг/мл	0,087–1,200	$0,89 \pm 0,33$	$0,55 \pm 0,23$	0,071
НТХ (альфа-crosslaps), мкг/ммоль	0,38–1,13	$1,49 \pm 0,37^*$	$0,69 \pm 0,33$	0,047

Примечание: * — $p < 0,05$.

Note: * — $p < 0,05$.

Таблица 3

Лабораторные маркеры метаболизма костной ткани у военнослужащих Арктического региона в зависимости от минеральной плотности кости

Table 3

Laboratory markers of bone tissue metabolism in military personnel of the Arctic region according to bone mineral density

Показатель	Нормативные значения	Группа Ia (низкая МПК) $n = 52$	Группа Ib (нормальная МПК) $n = 55$	Значение p
Кальций общий, ммоль/л	2,10–2,55	$1,78 \pm 0,27^*$	$2,21 \pm 0,37$	0,032
Фосфор неорганический, ммоль/л	0,74–1,52	$0,46 \pm 0,07^*$	$1,06 \pm 0,53$	0,023
Витамин D ₃ , нг/мл	30–100	$18,2 \pm 3,7^*$	$31,1 \pm 5,3$	0,003
СТХ (бета-crosslaps), нг/мл	0,087–1,200	$1,33 \pm 0,24^*$	$0,74 \pm 0,21$	0,025
НТХ (альфа-crosslaps), мкг/ммоль	0,38–1,13	$3,77 \pm 0,81^*$	$0,79 \pm 0,51$	0,036

Примечание: * — $p < 0,05$.

Note: * — $p < 0,05$.

Так, доля военнослужащих с Z-критерием $\leq 2,0$ SD в группе Арктического региона оказалась значимо выше (48,6 %) по сравнению с группой умеренного климата (17,1 %).

При анализе лабораторных маркеров метаболизма костной ткани в зависимости от региона прохождения службы отмечено, что в группе военнослужащих Арктического региона отмечалась тенденция к снижению содержания общего кальция, а также статистически значимое уменьшение содержания неорганического фосфора и витамина D₃ (до степени недостатка витамина D₃). При изучении маркеров резорбции костной ткани отмечено, что в группе военнослужащих Арктического региона наблюдалось статистически значимое повышение уровня NTX, характеризующего темпы деградации недавно сформированной кости, а также тенденция к повышению уровня CTX, отражающего темпы деградации относительно старой кости. Таким образом, у военнослужащих Арктического региона наблюдались признаки нарушения метаболизма костной ткани в виде снижения содержания неорганического фосфора, витамина D₃ и маркера деградации недавно сформированной кости – CTX (бета-crosslaps).

В результате проведенного лабораторного исследования по подгруппам было отмечено, что среди военнослужащих Арктического региона с низкой МПК отмечалось статистически значимое различие всех исследованных маркеров метаболизма костной ткани (кальций общий, фосфор неорганический, витамин D₃, CTX и NTX) по сравнению с подгруппой военнослужащих с нормальной МПК. Полученные результаты можно интерпретировать таким образом, что в основе низкой МПК в условиях Арктического региона лежит нарушение всех звеньев метаболизма костной ткани (обмена микроэлементов и дефицита витамина D₃), что сопровождается повышением содержания всех маркеров резорбции костной ткани, отвечающих как за деградацию недавно сформированной кости (NTX), так и относительно старой кости (CTX).

В настоящее время на кафедре военно-полевой терапии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического акаде-

мического лидерства «Приоритет-2030», проводится разработка метода экспресс-диагностики нарушений метаболизма костной ткани на основе тест-полосок для мочи, позволяющих проводить качественное пороговое определение содержания маркеров костной резорбции C-концевого телопептида коллагена 1-го типа (β -crosslaps, CTX) и N-концевого телопептида (α -crosslaps, NTX) в моче. Создание инновационных методов экспресс-диагностики нарушений метаболизма костной ткани на основе тест-полосок для мочи позволят диагностировать данные патологических состояний на ранних этапах оказания медицинской помощи без использования дорогостоящих инструментальных методов (таких как остеоденситометрия).

Заключение. Установлено, что почти у половины (48,6 %) военнослужащих Арктического региона показатель МПК был ниже среднего значения для здоровых мужчин аналогичного возраста, что значимо выше по сравнению с военнослужащими из регионов умеренного климата. Основным звеном патогенеза снижения минеральной плотности кости у военнослужащих в суровых условиях Арктики является нарушение метаболизма витамина D₃ за счет снижения его образования в коже, а также недостаточное поступление его с пищей. Это приводит к усилению костной резорбции, характеризующейся повышением содержания маркеров деградации недавно сформированной и относительно старой кости. Высокая распространенность нарушений МПК среди военнослужащих Арктической группировки может свидетельствовать о необходимости более тщательного отбора к службе в Арктическом регионе с обязательным углубленным обследованием системы метаболизма костной ткани (определение содержания общего кальция, неорганического фосфора, витамина D₃), а также выполнением по показаниям остеоденситометрии. Целесообразно ежегодное обследование военнослужащих Арктической группировки по месту службы с привлечением выездных военно-врачебных комиссий, в состав которых должен входить терапевт или ревматолог. Кроме того, с учетом полученных данных требуется дальнейшее изучение звеньев патогенеза нарушений метаболизма костной ткани в Арктическом регионе, в том числе в зависимости от срока службы в данных условиях, а также наличия сопутствующей соматической патоло-

гии. Это позволит разработать научно обоснованные подходы к профилактике выявленных нарушений у военнослужащих, а также принципы отбора кандидатов для службы в условиях Арктики, исключая лиц с высоким риском развития переломов.

Сведения об авторах:

Киреева Елена Борисовна — кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры военно-полевой терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 8954-1927;

Язенок Аркадий Витальевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой военно-полевой терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 4107-1280;

Агафонов Павел Владимирович — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры военно-полевой терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 3303-4786;

Гайдук Сергей Валентинович — доктор медицинских наук, доцент, заместитель начальника кафедры военно-полевой терапии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 8602-4922;

Чумаков Алексей Владимирович — кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры военно-морской терапии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 9488-0041

Information about the authors:

Elena B. Kireeva — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Military Field Therapy of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Lebedev str., 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 8954-1927;

Arkadiy V. Yazenok — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Military Field Therapy of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Lebedev str., 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 4107-1280;

Pavel V. Agafonov — Cand. of Sci. (Med.), Senior Lecturer of the Department of Military Field Therapy of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Lebedev str., 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 3303-4786;

Sergey V. Gaiduk — Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Deputy Head of the Department of Military Field Therapy of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Lebedev str., 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 8602-4922;

Aleksey V. Chumakov — Cand. of Sci. (Med.), Senior Lecturer at the Department of Naval Therapy of the Military Medical Academy named after S. M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Lebedev str., 6; e-mail: vmeda-nio@mil.ru; SPIN: 9488-0041

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования - *Е. Б. Киреева, П. В. Агафонов, С. В. Гайдук*; сбор данных - *Е. Б. Киреева, П. В. Агафонов*, статистическая обработка полученного материала - *Е. Б. Киреева, П. В. Агафонов*; подготовка рукописи - *Е. Б. Киреева, П. В. Агафонов, С. В. Гайдук, Чумаков А. В.*

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Special contribution: *ЕВК, АVУа, PVA, SVG* contribution to the concept and plan of the study. *ЕВК, PVA* contribution to data collection. *ЕВК, PVA* contribution to data analysis and conclusions. *ЕВК, АVУа, PVA, SVG, AVCh* contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики. Информированное согласие получено от каждого пациента.

Adherence to ethical standards. Informed consent was obtained from each patient.

Финансирование. Исследование проведено без дополнительного финансирования.

Funding. The study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 15.04.2023
Принята к печати /Accepted: 01.07.2023
Опубликована / Published: 30.09.2023

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Фисун А.Я., Халимов Ю.Ш., Агафонов П.В., Гайдук С.В., Чеховских Ю.С., Загородников Г.Н. Особенности организации терапевтической помощи военнослужащим в Арктическом регионе // Военно-медицинский журнал. 2019. №3. С. 73–75 [Fisun A.Ya., Halimov Yu.Sh., Agafonov P.V., Gaiduk S.V., Chekhovskikh Yu.S., Zagorodnikov G.N. Features of the organization of therapeutic care for military personnel in the Arctic region. *Military Medical Journal*, 2019, No. 3, pp. 73–75 (In Russ.)].
2. Андреев В.П., Андриянов А.И., Плахотская Ж.В. Состав и энергетическое содержание рационов питания населения и военнослужащих в арктической зоне российской федерации // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2018. № S1. С. 5–9 [Andreev V.P., Andriyanov A.I., Plakhotskaya Zh.V. The composition and energy content of the diets of the population and military personnel in the Arctic zone of the Russian Federation, *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*, 2018, № S1, pp. 5–9 (In Russ.)].
3. Казначеев В.П. Современные проблемы синтетической экологии: «синдром полярного напряжения» // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 1997. № 1. С. 6–10 [Kaznacheev V.P. Modern problems of synthetic ecology: «Polar stress syndrome». *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*, 1997, No. 1, pp. 6–10 (In Russ.)].
4. Dominguez, L.J.; Farruggia, M.; Veronese, N.; Barbagallo, M. Vitamin D Sources, Metabolism, and Deficiency: Available Compounds and Guidelines for Its Treatment. *Metabolites*, 2021, 11, 255.
5. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11 [Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. Modern ideas about the mechanisms of the formation of northern stress in humans at high latitudes, *Human Ecology*, 2012, No. 1, pp. 3–11 (In Russ.)].
6. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. СПб: ВмедА. 2002. 266 с. [Yunkerov V.I., Grigoriev S.G. Mathematical and statistical processing of medical research data. St. Petersburg: VmedA, 2002, 266 p. (In Russ.)].