

Ранняя диагностика нарушения минерального обмена, как способ первичной и вторичной профилактики переломов у военнослужащих Арктической группировки войск

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Освещаются ключевые проблемы, ведущие к нарушению минерального обмена костной ткани в условиях Севера. Представлены результаты обследования 29 военнослужащих, проходящих службу в экстремальных условиях Севера, на предмет изучения минеральной плотности костной ткани в дистальном отделе предплечья. Выявлено значимое снижение минеральной плотности костной ткани, а также дефицит эссенциальных элементов у данного контингента. Так, при денситометрическом исследовании военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера среднее значение Z-критерия составило $0 \pm 1,8SD$, изменения костной массы соответствующее Z-критерию менее $-2SD$ определялись у 31,03%. Дефицит витамина D₃ выявлен в 96,5% случаев. Анализ биоэлементного статуса волос выявил отклонение референтного интервала у 100% военнослужащих, выявлено снижение эссенциальных элементов: кобальта, селена, магния, ванадия и повышение уровня бария, брома, мышьяка, а также цезия. Выявлена взаимосвязь элементного статуса и минеральной плотности костной ткани. У 100% обследуемых в пробах волос регистрировалось достоверное снижение уровня кобальта, селена и йода. В группе с пониженной минеральной плотностью костной ткани выявлено достоверное ($p < 0,05$) снижение бора, магния, кальция, ванадия ($p < 0,05$) и достоверное повышение хрома, марганца и меди. В результате количественного исследования токсических элементов обнаружено достоверное ($p < 0,05$) повышение ртути, рубидия, стронция и цезия. Установлена корреляционная связь Z-критерия с уровнем витамина D₃, показателями индекса массы тела и динамометрией. Полученные данные определяют необходимость обеспечения сбалансированного уровня микроэлементов с целью профилактики нарушения минерального обмена и потери костной массы.

Ключевые слова: Арктика, Север, витамин D, военнослужащие, минеральная плотность костной ткани, денситометрия, Z-критерий, масс-спектрометрия, эссенциальные элементы, токсические элементы.

Введение. История России неотделима от истории освоения арктического пространства и северных территорий. Россия уже несколько столетий является ведущим арктическим государством мира. Актуальность исследуемой темы определяется тем, что Российская Федерация (РФ) является самой большой в мире по территории приполярной, арктической страной. Основной целью политики государства в данном регионе являются расширение ресурсной базы Арктической зоны РФ, поддержание необходимого боевого потенциала группировок войск Вооруженных сил в регионе, сохранение и обеспечение защиты природной среды Арктики. Это подчеркнуто в «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом РФ Дмитрием Медведевым 18 сентября 2008 г. № Пр-1969 [9]. В Постановлении Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366 «Об утверждении государственной программы РФ «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» [5] главная стратегическая цель принадлежит Мурманской области. Важной составля-

ющей обеспечения национальных интересов России в условиях Крайнего Севера является развитие видов медицинской помощи, направленных на сохранение и укрепление здоровья военнослужащих, устранение вредного влияния факторов среды обитания, предупреждение возникновения и распространения заболеваний, раннее выявление их причин и условий развития, а также формирование и реализация программ здорового образа жизни.

Как известно, около 70% России занимают Северные территории, включающие в себя районы Крайнего Севера и приравненные к нему местности [11]. Известно, что в условиях Крайнего Севера, по-прежнему одной из самых актуальных остается проблема нарушения минерального обмена костной ткани. К факторам, вызывающим данные изменения, относятся: низкая температура среды, специфическая для этих широт фотопериодичность, высокая ионизация воздуха и резкие неперiodические колебания напряжения геомагнитного и статического электрического поля, перепады атмосферного давления, низкая парциальная плотность кислорода в воздухе. Неблагоприятное воздействие на организм перечисленных

факторов приводит к развитию сдвигов основных физиологических процессов, формированию «полярного» метаболического типа обмена [3, 6–8]. Помимо неблагоприятного влияния природно-климатических условий на здоровье военнослужащих, проходящих службу в условиях Крайнего Севера, отрицательное влияние могут дополнять модифицированные факторы, такие как курение, гиподинамия, недостаточное потребление кальция, злоупотребление алкоголем. Известно, что усиление жирового обмена в условиях Севера повышает потребность организма в витамине D₃, что усугубляется недостаточностью инсоляции в зимний период времени. Дефицит витамина D₃ приводит к нарушению минерального обмена костной ткани, который приводит к развитию ряда элементозов. У населения РФ, проживающих в экстремальных условиях Севера, особенно часто встречаются дефициты ряда эссенциальных микроэлементов [1, 2, 4], приводя к снижению минерализации кости у подростков [12] и ускорению обмена костной ткани у взрослых [14]. Со временем это может способствовать развитию остеопоротических переломов [13].

В 2013 г. вступило в силу новое постановление правительства РФ № 565 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе» [10]. Однако в документе, включающем в себя расписание болезней в соответствии со статьями, отсутствуют прямые данные по освидетельствованию пациентов с наличием остеопороза (ОП). В настоящий момент освидетельствование военнослужащих, проходящих службу по контракту, с нарушением минерального обмена костной ткани проводится по статье 13 пункт «в» [10], несмотря на то, что в статье отсутствует упоминание о нарушении обмена костной ткани, в частности ОП. В статье 81 [10] военнослужащие, проходящие службу по контракту, при переломах позвоночника, костей туловища, верхних и нижних конечностей признаются негодными к прохождению военной службы только при нестабильных переломах тел двух и более позвонков с клиновидной деформацией II–III степени, при осложненных переломах длинных костей, в остальных же случаях признаются годными к военной службе с незначительными ограничениями. Однако врачами-хирургами, ортопедами не верифицируется причинная связь с ОП, в результате чего военнослужащие продолжают проходить службу без адекватной профилактики остеопоротических переломов.

Цель исследования. Оценить нарушения минерального обмена костной ткани у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, выявить взаимосвязь минеральной плотности костной ткани с биоэлементным статусом в пробах волос.

Материалы и методы. В 2014 г. сотрудниками кафедры факультетской терапии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова по плану Главного военно-медицинского управления Министерства Обороны (МО) РФ с целью оценки нарушений минерального обмена костной ткани обследовано 69

военнослужащих мужчин. В 1-ю группу вошли 29 военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера (г. Североморск). Для оценки снижения минеральной плотности костной ткани в условиях Севера использовался метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA). Измерение проводилось с помощью денситометра «Osteometer DTX 200». Для выявления особенностей биоэлементного статуса у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, проведен количественный анализ содержания эссенциальных и токсических элементов в пробах волос. Определение биоэлементного статуса проводили с помощью масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе «MS X-Series II». У всех обследуемых определяли содержание 29 биоэлементов (натрия (Na), магния (Mg), фосфора (P), алюминия (Al), кальция (Ca), ванадия (V), хрома (Cr), марганца (Mn), кобальта (Co), никеля (Ni), меди (Cu), цинка (Zn), мышьяка (As), рубидия (Rb), стронция (Sr), серебра (Ag), кадмия (Cd), свинца (Pb), ртути (Hg), селена (Se), йода (I), бора (B), берилия (Be), калия (K), талия (Tl), бария (Ba), лития (Li), цезия (Cs), железа (Fe)). В качестве контрольной группы было обследовано 40 военнослужащих, проходящих службу в условиях Северо-Запада, составивших 2-ю группу. Распределение обследуемых по возрасту, росту, массе тела и курению представлено в таблице 1. Измерение витамина 25(OH)D₃ в сыворотке крови проводилось с помощью хемилюминесцентного анализа на приборе «Immulite 2000». Дефицит витамина D₃ определялся как концентрация 25(OH)D₃ менее 50 нмоль/л, недостаточность – концентрация 25(OH)D₃ 51–75 нмоль/л, адекватные уровни – более 75 нмоль/л.

Результаты и их обсуждение. При исследовании минеральной плотности костной ткани (МПКТ) методом DEXA, среднее значение Z-критерия для военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, составило $0 \pm 1,8$ SD. Изменения костной массы, соответствующие Z-критерию ≤ -2 SD, регистрировались у 9 (31,03%), нормальные показатели выявлены у 20 (68,97%) человек. В то же время у военнослужащих, проходящих службу в условиях Северо-Запада среднее значение Z-критерия составило $1,1 \pm 1,1$ SD. Нормальные показатели Z-критерия регистрировались у 37 (92,5%), Z-критерий ≤ -2 SD у 3 (7,5%) во-

Таблица 1

Характеристика исследуемых, включенных в исследование, M \pm m

Показатель	1-я группа	2-я группа
Возраст, лет	38,0 \pm 7,41	39,5 \pm 7,69
ИМТ, кг/м ²	23,38 \pm 4,26	25,05 \pm 2,68
Рост, м	1,76 \pm 0,07	1,7 \pm 0,06
Вес, кг	72 \pm 15,12	69,5 \pm 8,86
Динамометрия, кг	42,0 \pm 2,24	44,0 \pm 2,48
Курение, абс. число, (%)	9 (31)	14 (35)

еннослужащих. Распределение обследованных лиц по группам в зависимости от МПКТ в дистальном отделе предплечья представлены на рисунке 1.

При исследовании сыворотки крови среднее значение витамина D₃ у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, составило 27±10,93 нмоль/л. Дефицит витамина D₃ наблюдался у 28 (96,5%) человек, недостаточность у 1 (3,4%) человека. В то время как у военнослужащих, проходящих службу в Северо-Западном регионе, дефицит витамина D₃ выявлен у 30 (75%), а недостаточность у 10 (25%) человек, среднее значение составило 46,5±10,78 нмоль/л. Результаты анализа уровня содержания витамина D₃ представлены на рисунке 2.

Биоэлементный анализ волос выявил отклонения от референтного интервала у 100% военнослужащих,

проходивших службу в условиях Севера. Статистические показатели содержания эссенциальных элементов в пробах волос обследуемых представлены в таблице 2.

Таким образом, по результатам оценки содержания эссенциальных элементов у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, регистрировалось снижение уровня кобальта у 25 (86%) человек, селена у 34 (85%), магния у 16 (55,1%), ванадия у 16 (55,1%) (p<0,05), достоверное повышение бария наблюдалось у 27 (93,1%), бора у 29 (100%), мышьяка у 15 (51,7%). Несмотря на то, что уровень кальция находился в пределах референтного интервала, нами наблюдалось достоверное снижение содержания кальция у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера.

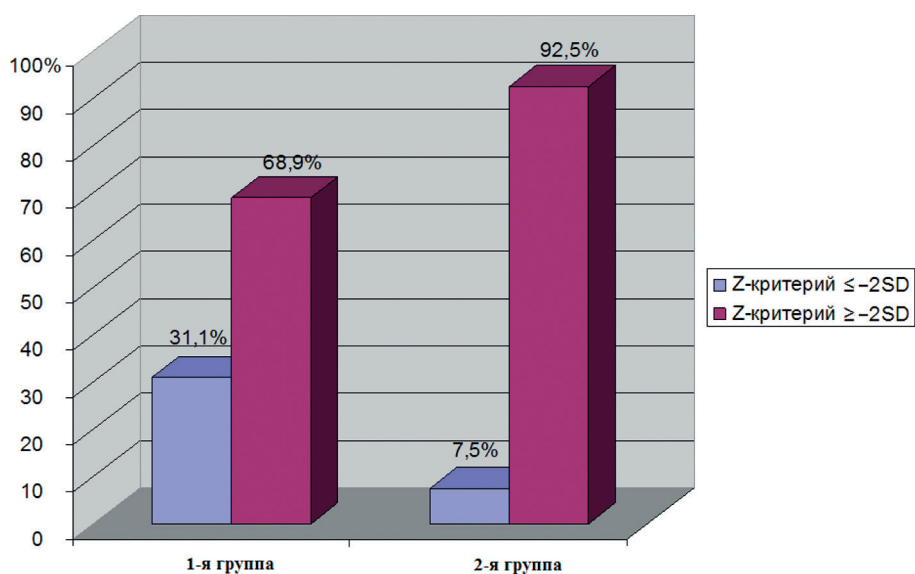


Рис. 1. МПКТ в дистальном отделе предплечья

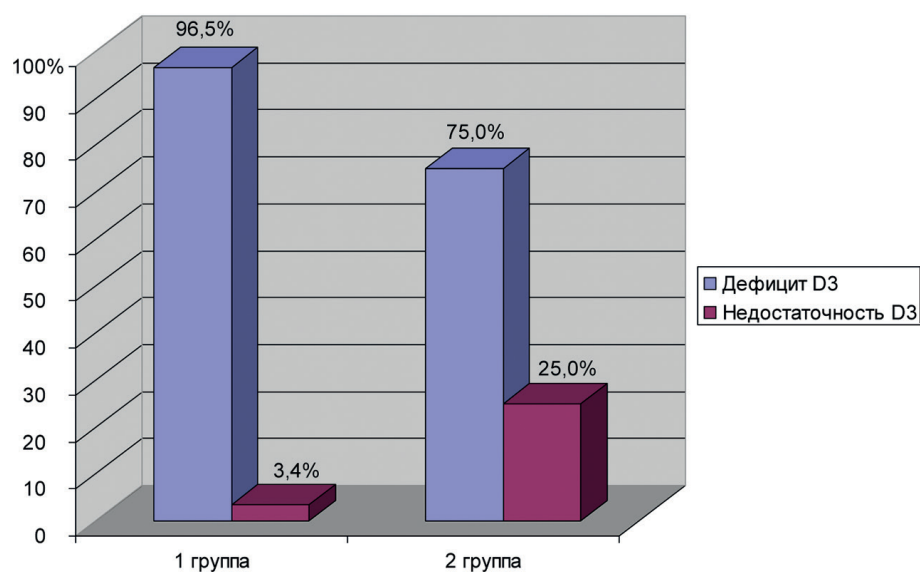


Рис. 2. Содержание витамина D₃ в сыворотке крови

Таблица 2

Содержание эссенциальных элементов в пробах волос обследуемого контингента, Me (q25–q75), мг/кг

Элемент	Группа		Референтный интервал
	1-я	2-я	
Li	0,0 (0,0–0,0)	0,007 (0,0–0,012)	0,00–0,25
B	1,15** (1,03–1,53)	1,96** (1,69–2,74)	0,005–0,5
Na	317,1 (294,2–409,9)	392,6 (304,8–506,8)	38–800
Mg	23,8* (19,5–41,4)	60,63 (35,11–80,2)	25–140
P	100,5 (89,2–109,7)	100 (90,7–115,9)	50–200
K	172,9 (143,8–291,7)	172,4 (135,2–237,6)	30–460
Ca	483,8 (455,0–592,9)	689,4 (599,3–833,7)	300–1700
V	0,01 (0,00–0,11)	0,24 (0,18–0,38)	0,005–0,5
Cr	1,13 (0,69–1,54)	0,46 (0,36–0,66)	0,15–2
Mn	0,69 (0,30–0,82)	0,21 (0,15–0,32)	0,1–1
Fe	23,7 (16,2–31,5)	24,34 (18,49–30,55)	10–50
Co	0,004* (0,000–0,011)	0,007* (0,004–0,013)	0,05–0,5
Cu	7,35 (5,92–10)	6,28 (5,23–8,24)	5,7–15
Zn	98,89 (80,93–135,6)	115,5 (86,75–144,1)	75–230
As	0,10** (0,06–0,16)	0,007 (0,000–0,08)	0,001–0,1
Se	0,007* (0,000–0,13)	0,22* (0,12–0,4)	0,5–2,2
Cd	0,04 (0,02–0,08)	0,024 (0,009–0,078)	0,01–0,25
I	0,05* (0,03–0,07)	0,08* (0,05–0,1)	0,1–4,2
Ba	8,59** (6,62–9,93)	0,62 (0,54–0,75)	0,2–5

Примечание: * – значения медиан находится ниже референтного интервала; ** – выше референтного интервала.

Статистические показатели содержания токсических элементов в пробах волос обследуемых представлены в таблице 3.

Результаты проб волос у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, показали повышенное содержание уровня цезия в пробах волос у 26 (89,6%) военнослужащих. Данный элемент наблюдался у 13 (32,5%) военнослужащих, проходящих службу в условиях Северо-Западного региона ($p < 0,05$).

Для выявления взаимосвязи элементного статуса и МПКТ обследуемые были разделены также на 2 группы в зависимости от МПКТ: 1-я группа – военнослужащие, проходящие службу в условиях Севера,

Z-критерий $\leq -2,0$ SD (9 человек), 2-я группа – военнослужащие, проходящие службу в условиях Северо-Запада, Z-критерий $\geq -2,0$ SD (37 человека). Наиболее значимые результаты содержания эссенциальных и токсических элементов в пробе волос у данных военнослужащих представлены в таблицах 4 и 5.

В обеих группах, у 100% обследуемых в пробах волос регистрировалось снижение уровня кобальта, селена и йода ниже границ референтного интервала, при этом по результатам анализа уровня содержания селена и йода достоверных межгрупповых различий не выявлено. У 9 (100%) военнослужащих, проходящих службу в условиях Северо-Запада, со снижением

Таблица 3

Содержание токсических элементов в пробах волос обследуемого контингента, Me (q25–q75), мг/кг

Элемент	Группа		Референтный интервал
	1-я	2-я	
Hg	0,14 (0,1–0,16)	0,12 (0,06–0,2)	0,01–2
Tl	0,0 (0,0–0,0)	0,0 (0,0–0,0)	0,0–0,02
Pb	1,07 (1,01–1,33)	0,12 (0,06–0,22)	0,1–5
Be	0,0 (0,0–0,0)	0,001 (0,0–0,001)	0,0–0,01
Al	8,09 (4,82–11,89)	8,16 (5,53–11,88)	6,0–30
Ni	0,96 (0,78–1,29)	0,49 (0,34–0,72)	0,1–2
Rb	0,05 (0,04–0,07)	0,009 (0,001–0,048)	0,001–1,5
Sr	0,82 (0,49–1,42)	0,54 (0,39–0,66)	0,3–5
Ag	0,02 (0,01–0,05)	0,01 (0,007–0,053)	0,001–0,3
Cs	0,006* (0,004–0,007)	0,0 (0,0–0,001)	0,0–0,0

Примечание: * – значения медиан находится выше референтного интервала.

Таблица 4

Содержание эссенциальных элементов в пробах волос в зависимости от МПКТ, мг/кг

Элемент	Z-критерий ≤ -2 SD (1-я группа)	Z-критерий ≥ -2 SD (2-я группа)	Референтный интервал	p
Li	0,0 (0,0–0,0)	0,0 (0,0–0,01)	0,0–0,25	p>0,05
B	1,53** (1,42–1,63)	1,98** (1,69–2,86)	0,005–0,5	p<0,05
Mg	29,11 (19,56–37,45)	65,94 (36,8–81,46)	25,0–140,0	p<0,05
P	105,1 (97,3–106,1)	97,9 (90,7–117,3)	50,0–200,0	p>0,05
Ca	477,2 (446,7–554,0)	692,3 (648,6–832,2)	300,0–1700,0	p<0,05
V	0,08 (0,01–0,11)	0,26 (0,23–0,39)	0,005–0,5	p<0,05
Cr	1,13 (1,06–1,54)	0,45 (0,32–0,62)	0,15–2	p<0,05
Mn	0,32 (0,17–0,74)	0,205 (0,148–0,293)	0,1–1	p<0,05
Fe	30,5 (15,2–47,24)	23,78 (17,24–27,91)	10–50	p>0,05
Co	0,01* (0,0–0,3)	0,006* (0,003–0,013)	0,05–0,5	p<0,05
Cu	9,31 (7,5–9,5)	6,24 (5,23–7,95)	5,7–15	p<0,05
Zn	122,1 (95,0–125,1)	101,1 (86,3–142,1)	75–230	p>0,05
As	0,16 (0,04–0,17)	0,007 (0,0–0,049)	0,001–0,1	p>0,05
Se	0,13* (0,0–0,31)	0,22* (0,12–0,4)	0,5–2,2	p>0,05
Cd	0,07 (0,03–0,13)	0,021 (0,009–0,067)	0,01–0,25	p>0,05
I	0,07* (0,03–0,16)	0,08* (0,05–0,09)	0,1–4,2	p>0,05
Ba	6,58** (6,52–6,65)	0,62 (0,54–0,71)	0,2–5	p<0,05

Примечание: * – значения медиан находится ниже референтного интервала; ** – выше референтного интервала.

МПКТ Z-критерий $\leq -2,0$ SD уровень бария находился выше границ референтного интервала и достоверно ($p<0,05$) отличался от группы с нормальными показателями МПКТ. В группе со снижением МПКТ также выявлено достоверное ($p<0,05$) снижение бора, магния, кальция, ванадия ($p<0,05$) и достоверное повышение хрома, марганца и меди.

В результате количественного исследования токсических элементов в пробах волос в группе со снижением МПКТ Z-критерий $\leq -2,0$ SD обнаружено достоверное ($p<0,05$) повышение ртути, рубидия, стронция и цезия.

Для выявления основных показателей, влияющих на состояние костной ткани у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, был проведен корреляционный анализ (табл. 6) с помощью непараметрических методов статистики наиболее

значимых корреляционных взаимоотношений показателей МПКТ с клиническими и лабораторными показателями.

Выявленная корреляционная связь Z-критерия с уровнем витамина D₃, показателями ИМТ и динамометрией отражает закономерный процесс снижения минеральной плотности костной ткани в условиях пониженной инсоляции и ограниченной физической активности у всех категорий обследуемых. Наличие данной взаимосвязи может определить точку воздействия и один из путей контроля эффективности проводимой профилактики остеопоротических переломов.

В целом нарушения минерального обмена костной ткани являются основной причиной возникновения остеопоротических переломов позвоночника, шейки бедренной кости и дистального отдела предплечья, которые определяют тяжесть этого заболевания, при-

Таблица 5

Содержание токсических элементов в пробах волос в зависимости от МПКТ, мг/кг

Элемент	Z-критерий ≤ -2 SD	Z-критерий ≥ -2 SD	Референтный интервал	p
Hg	0,28 (0,111–0,388)	0,12 (0,06–0,17)	0,01–2	p<0,05
Tl	0,0 (0,0–0,0)	0,0 (0,0–0,0)	0,0–0,02	p>0,05
Pb	1,01 (0,13–1,02)	0,12 (0,05–0,2)	0,1–5,0	p>0,05
Be	0,0 (0,0–0,0)	0,000 (0,000–0,001)	0,0–0,01	p>0,05
Al	11,23 (4,54–11,71)	7,48 (5,47–10,53)	6,0–30,0	p>0,05
Ni	0,87 (0,77–1,21)	0,46 (0,34–0,66)	0,1–2	p>0,05
Rb	0,057 (0,04–0,23)	0,008 (0,001–0,018)	0,001–1,5	p<0,05
Sr	0,81 (0,33–1,65)	0,53 (0,38–0,64)	0,3–5	p<0,05
Ag	0,04* (0,01–0,05)	0,012 (0,007–0,05)	0,001–0,3	p>0,05
Cs	0,005 (0,0–0,005)	0,0 (0,000–0,001)	0,0–0,0	p<0,05

Примечание: * – значения медиан находится ниже референтного интервала, ** – выше референтного интервала.

Таблица 6

Корреляционные взаимосвязи между клиническими и лабораторными показателями

Группа	1-я группа		2-я группа	
	r	p	r	p
DEXA & динамометрия	0,694890	0,000029	0,525700	0,000495
DEXA & D ₃	0,946335	0,000001	0,720511	0,000001
DEXA & ИМТ	0,613296	0,000404	0,497343	0,001095

водящего к инвалидизации и смертности пациентов. На протяжении многих лет большинство исследований отечественных и зарубежных авторов были направлены на изучение проблемы остеопороза и остеопоротических переломов как патологии, характерной для женщин в постменопаузе и мужчин пожилого возраста. Это объясняет, почему данной проблеме уделялось недостаточное внимание среди мужчин пола молодого возраста.

Выявленное методом DEXA снижение МПКТ (Z-критерий $\leq -2,0$ SD) у военнослужащих и гражданских лиц, проживавших в условиях Севера, достоверно ($p < 0,05$) отличается от данных, полученных при проведении денситометрического исследования у военнослужащих, проходящих службу в условиях Северо-Западного региона. Таким образом, выявленные нарушения элементного статуса у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, носят многокомпонентный характер. На фоне повышенного содержания эссенциальных элементов в ряде случаев выявлено повышенное содержание токсических элементов как напрямую, так и опосредованно участвуют в метаболизме костной ткани, в связи с чем выявленные нарушения биоэлементного статуса требуют коррекции минерального обмена костной ткани.

Представленные данные убеждают в необходимости продолжения клинических исследований особенностей нарушения минерального обмена костной ткани у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера.

Выявленное наличие признаков снижения МПКТ на фоне дисбаланса биоэлементного состава и проб волос у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера у молодых мужчин (возраст $38 \pm 4,55$ лет), находится в достоверной положительной корреляции со снижением уровня витамина D₃, ИМТ и показателями мышечной силы. Полученные результаты указывают на необходимость обеспечения сбалансированного уровня микроэлементов с целью профилактики нарушения минерального обмена и потери костной массы.

Метод DEXA, позволяющий диагностировать снижение МПКТ на ранних этапах, не получил массового распространения в РФ. Недостаток рентгеновских костных денситометров и их сконцентрированность в крупных городах, приводит к запоздалой диагностике, и как следствие, отсутствию адекватной профилактики или остеопоротических переломов.

Выводы

1. У 31% военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, выявлено снижение минеральной плотности костной ткани, что достоверно ($p < 0,05$) отличается от минеральной плотности костной ткани военнослужащих, проходящих службу в условиях Северо-Западного региона.

2. Уровень витамина D₃ у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, достоверно ($p < 0,05$) ниже значений витамина D₃ военнослужащих, проходящих службу в условиях Северо-Западного региона.

3. Определено пониженное содержание комплекса эссенциальных и повышение токсических элементов в пробах волос у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера.

4. При сниженной минеральной плотности костной ткани у военнослужащих, проходящих службу в условиях Севера, выявлено достоверное значимое снижение бора, магния, кальция, кобальта и ванадия и повышение бария, хрома, марганца и меди, по сравнению с военнослужащими, проходящими службу в условиях Северо-Западного региона группой контроля ($p < 0,05$), что является патогенетическим фактором нарушения минерального обмена костной ткани.

Предложения

1. При наличии факта совершившегося перелома позвоночника и шейки бедренной кости, а также при наличии данных за низкоэнергетический перелом всем военнослужащим необходимо проводить денситометрическое обследование и определение уровня витамина D₃.

2. Оснащение медицинской службы ВС РФ, костными денситометрами, позволит своевременно и эффективно проводить диагностику нарушений минерального обмена костной ткани, а диспансерно-динамическое наблюдение врача позволит своевременно проводить мониторинг МПКТ и адекватную антиостеопоротическую терапию.

3. Военнослужащим, проходящим службу в условиях Севера, с целью профилактики снижения минеральной плотности костной ткани целесообразно проводить медикаментозную коррекцию дефицита витамина D₃.

4. Необходимо внести дополнение к пункту «в» статьи 13 Постановления Правительства РФ от 04.07.2013 № 565 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе» – нарушения минерального обмена костной ткани.

Литература

1. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын [и др.]. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян, Н.А. Эколого-биогеохимические факторы и здоровье человека / Н.А. Агаджанян [и др.] // Экология человека. – 2000. – № 1. – С. 3–5.
3. Арнольди, И.А. Аклиматизация человека на севере и юге / И.А. Арнольди. – М.: Медгиз, 1962. – 72 с.
4. Бабенко, Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение / Г.А. Бабенко. – М.: Медицина, 2001. – 316 с.

5. Государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года». Постановление Правительства РФ от 21.04.2014 г. № 366. – Собрание законодательства РФ, 05.05.2014, № 18, ст. 2207. – М.: Изд-во Юрид. лит. – 2014. – С. 6573–6639.
6. Деряпа, Н.Р. Адаптация человека в полярных районах Земли / Н.Р. Деряпа. – Л.: Медицина, 1977. – 160 с.
7. Казначеев В. П. Биосистема и адаптация / В.П. Казначеев. – Новосибирск: Советская Сибирь, 1993. – 76 с.
8. Казначеев, В.П. Проблемы «Сфинкса XXI века». Выживание населения России / В.П. Казначеев [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2000. – 232 с.
9. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу: утв. Президентом РФ от 18 сентября 2008 г. // Росс. газета. – 27 марта 2009 г. – № 4877. – С. 32.
10. Постановление Правительства РФ от 04.07.2013 г. № 565 (ред. от 19.07.2016) «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе» –Собрание законодательства РФ, 15.07.2013, № 28, ст. 3831. – М.: Изд-во Юрид. лит. – 2013. – С. 7486–7596.
11. Elffors, I. The variable incidence of hip fracture in southern Europe: the MEDOS Study // Osteoporosis int. – 1994. – Vol. 4, № 5. – P. 253–263.
12. Lehtonen-Veromaa, M.K. Vitamin D and attainment of peak bone mass among peripubertal Finnish girls: A 3-y prospective study // Am. J. Clin. Nutr. – 2002. – Vol. 76. № 6. – P. 1446–1453.
13. Meier, C. Supplementation with oral vitamin D3 and calcium during winter prevents seasonal bone loss: A randomized controlled open-label prospective trial / C. Meier, H.W. Woitge, K. Witte [et al.] // J. Bone Miner. Res. – 2004. – Vol. 19, № 8. – P. 1221–1230.
14. Woitge, H.W. Circannual rhythms and interactions of vitamin D metabolites, parathyroid hormone, and biochemical markers of skeletal homeostasis: a prospective study / H.W. Woitge, A. Knothe, K. Witte [et al.] // J. Bone Miner. Res. – 2000. – Vol. 15, № 12. – P. 2443–2450.

V.V. Tyrenko, D.S. Aganov, M.M. Toporkov, E.N. Tsygan, S.G. Bologov

Early diagnosis of violation of mineral metabolism, as a way of primary and secondary prevention of fractures Arctic army groupings

Abstract. *The main challenges leading to the decrease of bone mineral metabolism in the conditions of the North are covered. The presented results of a study of 29 soldiers serving in the extreme conditions of the North, to study the mineral density of bone tissue in the distal forearm. Revealed a significant decrease in bone mineral density, as well as a deficiency of essential elements in this cohort. So, when densitometric training of servicemen serving in the North, the average Z-test was $0 \pm 1,8$ SD, the change in bone mass corresponded to the Z-test less than -2 SD, was determined at 31,03%. Vitamin D3 deficiency was detected in 96,5% of cases. Analysis of the bio-element state of the hair revealed a deviation of the reference interval in 100% of military personnel, a decrease in essential elements: cobalt, selenium, magnesium, vanadium and an increase in the level of barium, bromine, arsenic, as well as caesium. The interrelation of the elemental status and bone mineral density is revealed. 100% of the examined hair samples showed a significant decrease in the level of cobalt, selenium and iodine. ($p < 0,05$) a decrease in boron, magnesium, calcium, vanadium ($p < 0,05$) and a significant increase in chromium, manganese, and copper. A quantitative study of toxic elements revealed a significant ($p < 0,05$) increase in mercury, rubidium, strontium, and caesium. A correlation was established between the Z-test and the level of vitamin D3, body mass index and dynamometer. The data obtained determine the required level of trace elements in order to prevent disturbances of mineral metabolism and bone loss.*

Key words: *the Arctic, North, vitamin D, military, bone mineral density, densitometry, Z-score, mass spectrometry, essential elements, toxic elements.*

Контактный телефон: 8-921-379-82-93; e-mail: vmeda-nio@mil.ru