НАГРУЗОЧНЫЕ, КОСТНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА СТРЕССОВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ У ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ ПРИАРАЛЬЯ

Абдуллаев Акбаржан Аллаярович
Бухарский государственный медицинский институт, Бухара, Узбекистан
https://orcid.org/0009-0004-7800-4623
akbar_shox90@mail.ru

Аннотация. Обследованы 220 военнослужащих в возрасте 18–45 лет с оценкой нагрузочных, костно-метаболических и региональных факторов риска стрессовых и низкоэнергетических повреждений. У военнослужащих Приаралья дефицит витамина D выявлен в 53,3% случаев, повышенный уровень CTX — в 36,0%, что превышало показатели других регионов ($p<0,001$). Независимыми предикторами повреждений являлись снижение минеральной плотности кости (ОШ=6,50), крайние значения индекса массы тела (ОШ=3,67), повышение CTX (ОШ=3,12) и резкое увеличение физической нагрузки (ОШ=3,09). Сочетание нагрузочных и метаболических факторов повышало шансы повреждения в 19,2 раза. Установлена необходимость комплексной профилактики с учётом костно-метаболического состояния, интенсивности нагрузок и региональных условий службы.

Ключевые слова: военнослужащие, стрессовые переломы, низкоэнергетические повреждения, минеральная плотность кости, витамин D, факторы риска, Приаралье.

PHYSICAL LOAD-RELATED, BONE METABOLIC, AND REGIONAL RISK FACTORS FOR STRESS INJURIES AMONG MILITARY PERSONNEL IN THE ARAL SEA REGION

Abdullaev Akbarjan Allayarovich
https://orcid.org/0009-0004-7800-4623
akbar_shox90@mail.ru
Bukhara State Medical Institute, Bukhara, Uzbekistan

Abstract. A total of 220 military personnel aged 18–45 years were examined to assess physical load-related, bone metabolic, and regional risk factors for stress and low-energy injuries. Among service members stationed in the Aral Sea region, vitamin D deficiency was identified in 53.3% of cases, while elevated levels of C-terminal telopeptide of type I collagen (CTX) were detected in 36.0%, both significantly exceeding the corresponding rates in other regions ($p<0.001$). Independent predictors of injury included reduced bone mineral density (OR=6.50), extreme body mass index values (OR=3.67), elevated CTX levels (OR=3.12), and a rapid increase in physical training load (OR=3.09). The combination of mechanical loading and metabolic risk factors was associated with a 19.2-fold increase in the odds of injury. The findings highlighted the need for comprehensive preventive strategies addressing bone metabolic status, physical training intensity, and region-specific conditions of military service.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Keywords: military personnel, stress fractures, low-energy injuries, bone mineral density, vitamin D, risk factors, Aral Sea region.

Актуальность. Факторы риска стрессовых повреждений у военнослужащих изучались порознь — тренировочная нагрузка, минеральная плотность кости, обеспеченность витамином D, — и их совместное действие не оценивалось. Условия Приаралья — аридный климат, солепылевой перенос, повышенная минерализация воды и закрытое обмундирование при высокой инсоляции — ранее не рассматривались как фактор риска повреждений костной ткани.

Цель исследования. Установить независимые факторы риска стрессовых и низкоэнергетических повреждений у военнослужащих, характер их совместного действия и вклад условий Приаралья в костно-метаболический статус.

Материал и методы. Обследовано 220 военнослужащих по контракту 18–45 лет: 76 военнослужащих Приаралья с перенесённым повреждением, 74 военнослужащих Приаралья группы риска, отобранных по служебным факторам, и 70 практически здоровых военнослужащих других регионов. Выполнены денситометрия с оценкой Z-критерия, определение 25-гидроксивитамина D, С-концевого телопептида (CTX), N-концевого пропептида проколлагена I типа, антропометрия, функциональные пробы, регистрация условий службы. Применяли бинарную логистическую регрессию и анализ взаимодействия факторов.

Результаты. Z-критерий составил −1,69±0,11 в основной группе, −0,75±0,09 в группе риска и 0,46±0,10 в контроле ($p<0,001$); у 56,6 % перенёсших повреждение плотность кости оставалась в пределах возрастной нормы. Обеспеченность витамином D — 17,7±0,7; 21,1±0,9 и 32,4±1,0 нг/мл, дефицит ниже 20 нг/мл — у 63,2; 43,2 и 7,1 % ($p<0,001$). Среди военнослужащих Приаралья дефицит витамина D имели 53,3 % против 7,1 % в других регионах, повышенный CTX — 36,0 против 1,4 %, низкое потребление кальция — 40,7 против 4,3 % ($p<0,001$); различия сохранялись при сравнении в одном возрастном диапазоне 32–45 лет (витамин D 21,0 против 30,0 нг/мл; $p<0,001$). Обеспеченность витамином D определялась продолжительностью пребывания на открытом воздухе ($\rho=0,570$; $p<0,001$): при менее чем 3 часах в сутки дефицит имели 63,9 %, при более чем 4 часах — 11,8 %, а военнослужащие Приаралья проводили на воздухе 2,8–3,2 часа против 4,8 в других регионах. Независимыми предикторами повреждения были Z-критерий −2,0 и ниже (ОШ 6,50; 95 % ДИ 2,40–17,59), крайние значения индекса массы тела ниже 20 или выше 30 кг/м² (3,67; 1,52–8,89), CTX выше 0,70 нг/мл (3,12; 1,30–7,49) и резкое наращивание нагрузки более 10 % в неделю (3,09; 1,37–7,01); модель объясняла 45,9 % дисперсии при AUC 0,863. Изолированный нагрузочный фактор повышал шансы повреждения в 3,8 раза, изолированный метаболический — в 8,4, их сочетание — в 19,2 раза (95 % ДИ 3,86–64,35), а частота повреждения нарастала пороговым образом с числом факторов — от 2,7 % при одном и менее до 92,9 % при шести и более. У 56,6 % перенёсших повреждение факторы обоих блоков сочетались.

Выводы. Стрессовое повреждение у военнослужащих формируется при взаимодействии двух независимых блоков факторов — нагрузочного и костно-метаболического — с их сверхаддитивным совместным действием. Условия Приаралья добавляют региональный компонент риска в виде дефицита витамина D и усиленной резорбции кости, обусловленный ограничением пребывания на открытом воздухе и алиментарным дефицитом кальция, а не возрастом и выслугой. Профилактика должна воздействовать на оба блока одновременно с учётом регионального компонента.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Литература

1. Greeves J. P., Beck B., Nindl B. C. et al. Current risks factors and emerging biomarkers for bone stress injuries in military personnel. // J Sci Med Sport. – 2023. – Vol. 26 Suppl 1. – P. S14-S21. – DOI: 10.1016/j.jsams.2023.04.006.
2. Carswell A. T., O'Leary T. J., Swinton P. et al. Vitamin D Metabolites Are Associated With Musculoskeletal Injury in Young Adults: A Prospective Cohort Study. // J Bone Miner Res. – 2023. – Vol. 38, No. 10. – P. 1453-1464. – DOI: 10.1002/jbmr.4890.
3. Knapik J. J., Sharp M. A., Montain S. J. Association between stress fracture incidence and predicted body fat in United States Army Basic Combat Training recruits. // BMC Musculoskelet Disord. – 2018. – Vol. 19, No. 1. – P. 161. – DOI: 10.1186/s12891-018-2061-3.
4. Erkudov V.O., Rozumbetov K.U., González-Fernández F.T. [et al.] The Effect of Environmental Disasters on Endocrine Status, Hematology Parameters, Body Composition, and Physical Performance in Young Soccer Players: A Case Study of the Aral Sea Region // Life. 2023. Vol. 13, no. 7. Art. 1503. DOI: 10.3390/life13071503.
5. Rakhmatova N., Nishonov B.E., Shardakova L. [et al.] Temporal and Spatial Dynamics of Dust Storms in Uzbekistan from Meteorological Station Records (2010–2023) // Atmosphere. 2025. Vol. 16, no. 7. Art. 782. DOI: 10.3390/atmos16070782.
6. Khamraev A.A., Inoyatova F.Kh., Aripova N.N. Content of 25(OH)D in the Blood Serum of Tashkent City Residents // Journal of Pharmaceutical Negative Results. 2022. Vol. 13, spec. iss. 8. P. 1558–1561. DOI: 10.47750/pnr.2022.13.S08.188.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.