

Сухова А.В., Крючкова Е.Н.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ У РАБОЧИХ ВИБРООПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи Московской обл.

Введение. Вибрация в совокупности с неблагоприятным микроклиматом и физическим напряжением, действующие на рабочих горнодобывающих предприятий, могут приводить к развитию патологии опорно-двигательной системы с нарушением процессов костного метаболизма и формированием остеопенического синдрома. Результаты эпидемиологических исследований свидетельствуют о высокой распространённости остеопороза среди лиц трудоспособного возраста.

Цель исследования – изучение влияния общей и локальной вибрации на состояние процессов костного ремоделирования у рабочих виброопасных профессий.

Материал и методы. Обследованы две группы больных вибрационной болезнью. Первая группа состояла из 53 человек, работающих в контакте с локальной вибрацией. Во вторую группу вошли 52 рабочих, подвергающихся сочетанному воздействию общей и локальной вибрации. Состояние костно-суставного аппарата определяли с помощью рентгенологического исследования и ультразвуковой остеоденситометрии. Лабораторные исследования включали показатели минерального обмена и метаболизма костной ткани.

Результаты. Остеохондроз позвоночника выявлен у 54,7 и 69,2%, остеопения позвоночника обнаружена у 17,0 и 21,2%, артрозы суставов кистей – у 64,2 и 57,7% у больных первой и второй групп соответственно. Распространённость костно-дистрофических изменений зависит от стадии вибрационной болезни и нарастает по мере прогрессирования заболевания. Установлены взаимосвязи клинико-функциональных и клинико-лабораторных показателей со стажевой экспозицией производственной вибрации по показателям минеральной плотности костной ткани (T- и Z-критерии) ($r = 0,56$), биохимическим маркерам костеобразования ($r = -0,62 \dots -0,70$) и резорбции костной ткани ($r = 0,72-0,85$). Биохимическими маркерами остеопенического синдрома при вибрационной болезни являются показатели костеобразования (остеокальцин, щелочная фосфатаза) и костной резорбции (ионизированный кальций, показатель кальций/креатинин).

Обсуждение. Полученные результаты послужили основой для разработки системы профилактических мероприятий костно-дистрофических нарушений у лиц виброопасных профессий.

Ключевые слова: горнорабочие; общая вибрация; локальная вибрация; вибрационная болезнь; остеопороз; остеопенический синдром; показатели костеобразования; показатели костной резорбции; профилактические мероприятия.

Для цитирования: Сухова А.В., Крючкова Е.Н. Оценка состояния костной ткани у рабочих виброопасных профессий. Гигиена и санитария. 2018; 97(6): 542-546. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-542-546>

Для корреспонденции: Сухова Анна Владимировна, доктор мед. наук, зав. отд. восстановительного лечения и медицинской реабилитации ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи Московской обл. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

Sukhova A.V., Kryuchkova E.N.

ASSESSMENT OF THE STATUS OF BONE TISSUE IN THE WORKING VIBRATION THREATENING OCCUPATIONS

F.F.Erisman Federal Scientific Center of Hygiene of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytishi, 141014, Russian Federation

Introduction. Vibration in conjunction with an unfavorable microclimate and physical stress, acting on mining workers, can lead to the development of pathology of the musculoskeletal system with the violation of bone metabolism and the formation of the osteopenic syndrome. The results of epidemiological studies indicate a high prevalence of osteoporosis among persons of working age.

The purpose of the study was to study the effect of the general and local vibration on the state of bone remodeling processes in workers of vibration-hazardous occupations.

Material and methods. Two groups of patients with vibration disease were examined. The first group consisted of 53 cases working in the contact with local vibration. The second group included 52 workers exposed to combined effects of the general and local vibration. The condition of the osteoarticular apparatus was determined by means of by X-ray examination and ultrasonic osteodensitometry. Laboratory studies included the evaluation of indices of mineral metabolism and bone tissue metabolism.

Results. Osteochondrosis of the spine was revealed in 54.7% and 69.2%, osteopenia of the spine – 17.0% and 21.2%, arthrosis of the joints of the hands – 64.2% and 57.7% in the patients of the first and second groups, respectively. The prevalence rate of bone-dystrophic changes depends on the stage of the vibration disease and increases as the disease progresses. There were established interrelations of clinical functional and clinical laboratory indices with the trainee exposure of industrial vibration in terms of bone mineral density (T and Z criteria) ($r = 0.56$), biochemical markers of bone formation ($r = -0.62-0.70$) and bone resorption ($r = 0.72-0.85$). Biochemical markers of the osteopenic syndrome in the vibration disease are bone formation (osteocalcin, alkaline phosphatase) and bone resorption (ionized calcium, calcium/creatinine).

Discussion. The obtained results served as a basis for developing a system of preventive measures of bone-dystrophic disorders in persons with vibration dangerous occupations.

Keywords: miners; general vibration; local vibration; vibration disease; osteoporosis; osteopenic syndrome; bone formation indices; bone resorption indices; preventive measures.

For citation: Sukhova A.V., Kryuchkova E.N. Assessment of the status of bone tissue in the working vibration threatening occupations. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(6): 542-546. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-542-546>

For correspondence: Anna V. Sukhova, MD, Ph.D., DSci., head of the Department of rehabilitation of the F.F.Erisman Federal Scientific Center of Hygiene of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytischki, 141014, Russian Federation. E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

Information about authors:

Sukhova A.V., <http://orcid.org/0000-0002-1915-1138>; Kryuchkova E.N., <https://orcid.org/0000-0002-4800-433X>.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: 15 March 2018

Accepted: 24 April 2018

Введение

Одной из основных задач медицины труда является снижение общей и профессиональной заболеваемости, совершенствование системы профилактики и реабилитации работающих.

Вибрационная болезнь в условиях современного горнодобывающего производства остаётся одной из ведущих форм профессиональной патологии по распространённости и снижению трудоспособности. Вместе с этим ежегодно во всем мире среди взрослого населения более чем на 2% увеличивается количество заболевших болезнями костно-суставного аппарата. Высокая распространённость остеопороза по результатам эпидемиологических исследований отмечается среди лиц трудоспособного возраста, в связи с чем проблема профилактики остеопороза имеет немаловажную социально-экономическую значимость вследствие затрат на лечение [1–12].

Воздействие вибрации приводит к нарушению основных структурно-функциональных механизмов гомеостаза различных уровней, что вызывает нарушения внутри- и межсистемных взаимоотношений в ведущих звеньях нейрогормональной регуляции, изменение показателей углеводного, липидного и минерального обменов [13, 14].

Согласно ранее проведённым исследованиям в результате воздействия вибрации отмечается структурно-функциональная перестройка костей и суставов конечностей, выражающаяся в разрастании бугристости ногтевых фаланг, формировании остеоартрозов, энтозозов, асептического некроза [15–19]; наблюдаются дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника, проявляющиеся высокой распространённостью остеохондроза и деформирующего спондилёза, формированием локального и системного остеопороза [14, 20–23], характеризующегося снижением плотности костной ткани и нарушением её микроархитектоники с постоянным увеличением хрупкости костей и риска переломов.

В основе механизмов развития остеопороза лежит нарушение костного ремоделирования – процессов костеобразования и костной резорбции [24, 25]. При этом индикатором системного катаболического процесса является скорость потери костной массы, определяющаяся по степени увеличения биохимических показателей костной резорбции, исследование которых может иметь большое прогностическое клиническое значение [26, 27].

Несмотря на возросший интерес к вопросам профилактики остеопороза, остаётся нерешённым ряд важных вопросов. Так, для рабочих в горнодобывающей промышленности, подвергающихся воздействию вибрации, недостаточно полно исследованы особенности формирования и распространённость костно-дистрофических нарушений и остеопенических состояний.

В связи с вышесказанным, целью исследования стало изучение влияния общей и локальной вибрации на состояние процессов костного ремоделирования у рабочих виброопасных профессий.

Материал и методы

Для решения поставленной задачи были обследованы 105 рабочих Норильского горно-металлургического комбината, занятых подземной добычей медно-никелевой руды. Обследованные были разделены на две группы.

Первая группа состояла из 53 рабочих (проходчик, горнорабочий очистного забоя (ГРОЗ)), подвергавшихся преимущественному воздействию локальной вибрации. Вторая группа была представлена лицами, подвергающимися сочетанному воздействию общей и локальной вибрации, и состояла из 52 рабочих (машинисты буровых установок (БУ), машинисты погружно-доставочных машин (ПДМ)). Средний возраст рабочих составил $46,2 \pm 4,5$ лет, стаж $15,2 \pm 3,4$ лет.

При клиническом обследовании начальные проявления вибрационной патологии были выявлены у $31,4 \pm 4,5\%$ рабочих, умеренные проявления вибрационной болезни (I-II стадия) – у $40,9 \pm 4,7\%$, выраженные проявления вибрационной болезни (II стадия) были отмечены у $27,6 \pm 4,3\%$.

Контрольную группу составили 50 человек, проживающих в Норильске, чья профессиональная деятельность не связана с воздействием вредных производственных факторов.

Всем пациентам было проведено неврологическое и ортопедическое обследование. Состояние костно-суставного аппарата определяли с помощью рентгенологического исследования кистей, поясничного отдела позвоночника на аппарате DIAGNOST-56 фирмы Philips, ультразвуковой остеоденситометрии с помощью Sunlight Omnisense TM-7000S.

Изучение показателей метаболизма костной ткани и минерального обмена проводилось на автоматическом биохимическом анализаторе «Метролаб 2300+» и иммуноферментном анализаторе ChemWell с использованием отечественных и зарубежных тест-систем. Лабораторное тестирование включало определение в сыворотке крови общего белка, альбумина, щелочной фосфатазы, магния, фосфора, меди и ионизированного кальция, креатинина, в суточной моче – кальция, фосфора, креатинина, рассчитывалось соотношение уровня кальция к уровню креатинина. Остеокальцин в плазме крови определялся современным высокотехнологичным ИФА-методом.

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью прикладных программ Statistica 6 в среде Microsoft Windows XP. Достоверность различий оценивалась с помощью *t*-критерия Стьюдента. Для оценки связи между показателями был применён метод корреляционного анализа.

Результаты

Анализ условий труда показал, что при выполнении трудовых обязанностей на горнорабочих оказывает неблагоприятное воздействие комплекс факторов, ведущим среди которых является вибрационный. На рабочих местах проходчика и ГРОЗ было отмечено воздействие локальной вибрации, превышающее предельно допустимый уровень (ПДУ) на 3–11 дБ и соответствующее классу 3.2-3.3 вредности и опасности условий труда. Время

Стажевые дозы вибрации в профессиональных группах рабочих

Профессия	Тип вибрации	Класс условий труда	1 квартал	Медиана	3 квартал
1-я группа:					
Проходчик	Локальная	3.3	135,6	136,1	136,8
ГРОЗ	Локальная	3.2–3.3	131,4	132,8	132,8
2-я группа:					
Машинист ПДМ	Локальная	3.2	129,5	130,2	130,9
Машинист ПДМ	Общая	3.1–3.2	122,7	123,4	123,8
Машинист БУ	Локальная	3.1	126,6	127,2	127,8
Машинист БУ	Общая	3.1	115,1	115,7	116,4

контакта составляет от 10 до 55% рабочей смены. Отмечены физические нагрузки, связанные с подъёмом и перемещением тяжестей. Машинисты БУ и машинисты ПДМ подвергаются воздействию локальной вибрации выше ПДУ на 1–5 дБ и общей вибрации выше ПДУ на 3–12 дБ, соответствующие классу 3.1–3.2. Время контакта с вибрацией колеблется от 50 до 75% рабочей смены. Физические нагрузки связаны с пребыванием в вынужденной рабочей позе.

Расчёт суммарных стажевых доз вибрации показал, что наибольшие значения локальной вибрации определяются для проходчиков и ГРОЗ и составляют 132,8–136,1 дБ. Средние стажевые дозы локальной вибрации для машинистов БУ и ПДМ ниже и составляют 127,2–130,2 дБ. Суммарные стажевые дозы общей вибрации в профессиональных группах машинистов БУ и ПДМ составили 123,4 и 115,7 дБ соответственно (таблица).

Среди клинических проявлений вибрационной болезни наиболее распространён симптомокомплекс вегетативно-сенсорной полиневропатии ($82,9 \pm 3,7\%$), при этом у $3,9 \pm 1,8\%$ рабочих отмечен периферический ангиодистонический синдром с «побелением» пальцев. Костно-дистрофические изменения установлены у $29,5 \pm 4,4\%$ обследованных.

В субъективных симптомах вибрационной патологии следует отметить жалобы на боли и онемение в кистях рук (87,6%), побеление пальцев кистей рук на холоде (3,8%), боли в суставах верхних конечностей (26,7%), боли в позвоночнике (38,1%).

Наиболее часто выявляемыми изменениями со стороны опорно-двигательного аппарата у обследованных рабочих были остеохондроз и спондилёз позвоночника, в том числе у лиц первой группы, подвергающихся воздействию локальной вибрации – 54,7% случаев, у лиц второй группы, контактирующих с воздействием общей и локальной вибрации, отмечено 69,2% случаев, в контрольной группе – 38%.

При рентгенографии позвоночника наибольшая частота остеопенического синдрома была отмечена у рабочих второй группы – 21,2% по сравнению с первой группой (17,0%). Распространённость остеопенического синдрома зависит от стадии вибрационной болезни и нарастает по мере прогрессирования: при I-II стадиях заболевания на 7,6% и II стадии заболевания на 11,4% по сравнению с начальными проявлениями вибрационной патологии.

На рентгенограмме кистей отмечают изменения в виде остеоартрозов различной локализации (лучезапястные – 27,6%, запястнопястные – 39,0%, пястнофаланговые – 53,3%, межфаланговые – 76,2%). С наибольшей частотой артрозы в суставах кистей рук отмечены у рабочих первой группы, контактирующей с локальной вибрацией (64,2% случаев) по сравнению со второй группой (57,7%). Помимо артрозов у больных вибрационной болезнью отмечались участки остеопороза («костовидные просветления»), очаги атрофии и островки резорбции в костях кистей, остеоэрозивные изменения (эрозивы, склеротические ядра). У лиц контрольной группы, не имеющих контакта с вибрацией, костно-дистрофические изменения встречались значительно реже – в 32% случаев. Отмечено, что такие изменения встречаются чаще по мере прогрессирования заболевания. Так, частота артрозов при начальных проявлениях вибрацион-

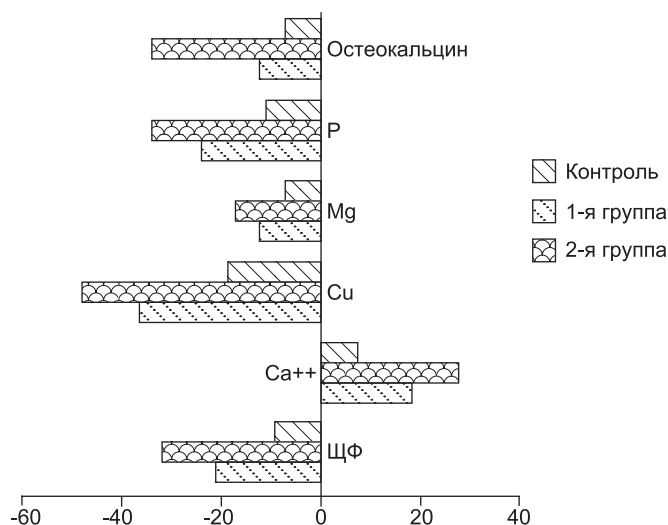


Рис. 1. Направленность изменений биохимических показателей в сыворотке крови у обследованного контингента, % лиц.

ной патологии составляет 48,4%, на I–II стадии вибрационной болезни – 65,1%, на II стадии вибрационной болезни – 93,1%.

По данным денситометрического исследования и измерения минеральной плотности костной ткани – остеопения, характеризующаяся T-критерием от -1,0 до -2,5 SD, выявлена в первой группе у 32,1% на лучевой кости и у 33,9% на проксимальной фаланге кисти. Остеопения во второй группе определена у 42,3% рабочих на лучевой кости и у 40,3% на проксимальной фаланге кисти. Для больных вибрационной болезнью среднее значение T-критерия составило -2,1 SD, среднее значение Z-критерия составило -0,94 SD.

Нарастание частоты остеопенических изменений отмечается по мере прогрессирования вибрационной патологии ($r = 0,78$). При начальных проявлениях вибрационной болезни снижение минеральной плотности костной ткани по данным денситометрии отмечено у 21,2%, при I-II стадиях заболевания – у 27,9%, при II стадии – 31,0%.

При исследовании биохимических показателей было установлено, что в обследуемых группах средний уровень альбумина, общего белка и креатинина, характеризующих белковый обмен, и общего кальция оставался в пределах физиологических колебаний.

Выявлены различия в группах по частоте отклонений биохимических показателей от нормы (рис. 1).

Уровень щелочной фосфатазы (маркер костеобразования) был ниже допустимых величин у 20,7% лиц в первой группе и 30,8% – во второй группе. Величина ионизированного кальция как показателя костной резорбции повышена у 18,8% рабочих первой группы и 26,9% второй группы. Содержание меди, являющейся кофактором к лизилоксидазе – фермента, отвечающего за образование поперечных «сшивок» в структуре костного коллагена – и тем самым служащей одним из ранних показателей остеопороза, было снижено у 36 и 46% обследованных в первой и второй группах соответственно. Концентрация магния, влияющего на уровень обмена кальция и витамина Д, отмечена ниже нормальных величин у 13,2 и 17,3% в первой и второй группах соответственно. Содержание фосфора снижено в первой группе у 22,6% и во второй группе – у 32,6%. Уровень остеокальцина (маркера костеобразования) – неколлагенового белка, вырабатываемого остеобластами и входящего в состав внеклеточного костного матрикса, – был ниже нормальных значений у 24,5% обследованных первой группы и 32,7% во второй группе. Среди обследованных лиц в контрольной группе изменения данных биохимических показателей встречались в 2-3 раза реже.

Исследование мочи показало, что в суточной моче уровень кальция повышен у 13,2% рабочих первой группы и 23,1% у второй группы (рис. 2). Экскреция креатинина находилась в пределах нормы. Концентрация фосфора снижена у 11,3% первой

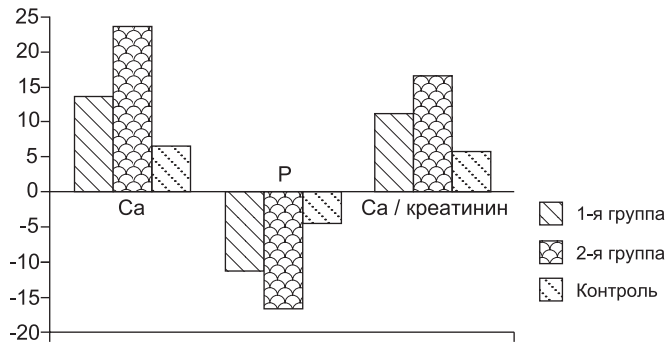


Рис. 2. Направленность отклонений экскреции кальция, фосфора и соотношения кальций/креатинин в моче, % лиц.

группы и у 17,3% второй группы обследованных. Соотношение содержания кальция и креатинина в утренней моче, свидетельствующее о выраженности процессов костной резорбции, было изменено у 11,5% в первой группе и 16,9% обследованных во второй группе.

По результатам корреляционного анализа установлены взаимосвязи клинично-функциональных и клинично-лабораторных показателей со стажевой экспозицией вибрационного фактора по показателям минеральной плотности костной ткани ($r = 0,56$), биохимическими маркерами костеобразования по уровню щелочной фосфатазы, остеокальцина ($r = -0,62 \dots -0,70$) и резорбции костной ткани по уровню кальция, соотношению кальций/креатинин ($r = 0,72-0,85$).

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что увеличение частоты встречаемости клинично-функциональных и лабораторных остеопенических проявлений в основных группах по отношению к контрольной группе свидетельствует о том, что вибрационный фактор оказывает влияние на метаболизм костной ткани с усилением процессов костной резорбции и подавлением костеобразования. Причём сочетанное воздействие общей и локальной вибрации в большей степени, чем воздействие только локальной вибрации приводит к формированию остеопенического синдрома.

Обсуждение

В настоящее время актуальным является изучение сочетанного воздействия неблагоприятных производственных факторов, являющихся причиной формирования профессиональной патологии и одновременно этиологическим пусковым механизмом развития и прогрессирования общих заболеваний.

Согласно ранее проведенным исследованиям остеотропные факторы физической природы, такие как общая и локальная вибрация, способствуют формированию остеопороза и остеопении у рабочих [23, 28, 29]. Остеопения у проходчиков, занятых добычей медно-цинковых колчеданных руд подземным способом, отмечается в 3,6 раза чаще, чем в контрольной группе и имеет высокую степень профессиональной обусловленности [30].

Результаты исследований других авторов подтверждают влияние производственной вибрации на развитие остеопенического синдрома, который формируется за счёт нарушения костеобразования с преобладанием резорбтивных процессов [31, 32].

В нашем исследовании выявлено, что формирование остеопенического синдрома у лиц с вибрационной патологией происходит на фоне угнетения процессов костеобразования и усиления процессов костной резорбции. При этом выраженность остеопенического синдрома зависит от суммарных стажевых доз локальной и общей вибрации в профессиональных группах рабочих и усугубляется по мере прогрессирования вибрационной патологии.

На основании полученных результатов внесены предложения по расширению профилактических мероприятий, направленных на предупреждение развития патологии костной ткани при воздействии вредных факторов производства, включающие гигиенические, санитарно-технические и медико-профилактические направления.

Для работников виброопасных профессий особое значение имеет оптимизация медицинских предварительных и периодических осмотров для установления факторов риска патологии костной системы и заболеваний, способных привести к развитию вторичного остеопенического синдрома.

С целью раннего выявления остеопенического синдрома рекомендуется включить в проведение периодических медицинских осмотров помимо рентгенографических исследований опорно-двигательного аппарата ультразвуковую денситометрию и определение биохимических маркеров, характеризующих костный метаболизм.

Повышенное внимание требуется для работников 50 лет со стажем работы с воздействием вибрации 15 лет и более, что также является фактором повышенного риска для развития остеопении. Определённое значение при работе в условиях вибрации особенно в сочетании с воздействием других неблагоприятных факторов производственной среды может иметь ограничение по возрастным и стажевым характеристикам.

Мероприятия по профилактике остеопенического синдрома включают выявление других факторов риска и заболеваний, приводящих к развитию остеопении, в том числе эндокринной и общесоматической патологии. Кроме того, важным мероприятием по предупреждению развития остеопороза являются пропаганда здорового образа жизни с расширением двигательной активности, исключением вредных привычек, нормализацией питания.

Выбор конкретных профилактических, лечебно-реабилитационных методик определяется формой патологии, тяжестью течения заболевания, степенью выраженности функциональных нарушений, наличием и характером сопутствующей патологии. Своевременное актуальное применение медико-профилактических мероприятий предполагает повышение резистентности организма к неблагоприятным факторам окружающей и производственной среды, улучшение функционального состояния организма, положительное влияние на состояние здоровья работающих в целом и снижение риска развития остеопороза и костно-суставной патологии.

Выводы

1. Особенности производственной среды определяют характер костно-дистрофических поражений при вибрационной патологии у рабочих первой и второй групп: частота остеохондроза позвоночника отмечена у 54,7 и 69,2%, наличие остеопении позвоночника – у 17,0 и 21,2%, артрозы суставов кистей – у 64,2 и 57,7% соответственно. Распространённость костно-дистрофических изменений зависит от стадии вибрационной болезни и нарастает по мере прогрессирования заболевания.

2. Установлены взаимосвязи клинично-функциональных и клинично-лабораторных показателей со стажевой экспозицией вибрации по показателям минеральной плотности костной ткани ($r = 0,56$), биохимическим маркерам костеобразования ($r = -0,62 \dots -0,70$) и резорбции костной ткани ($r = 0,72-0,85$).

3. Биохимическими показателями остеопенического синдрома при вибрационной болезни являются показатели костеобразования (остеокальцин, щелочная фосфатаза) и костной резорбции (ионизированный кальций, показатель кальций/креатинин).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п.п. 4, 11, 12, 17, 25 см. References)

- Симоненко В.Б., Волков Е.Е., Берестовая Н.А. Остеопороз: современные подходы и новые возможности в профилактике и лечении. *Клиническая медицина*. 2006; 9: 4-7.
- Оноприенко Г.А., Древаль А.В., Марченкова Т.А., Полякова Е.Ю. Современные подходы к профилактике остеопороза. *Профилактика заболеваний и укрепление здоровья*. 2004; 6: 13-22.
- Скрипникова И.А., Косматова О.В., Оганов Р.Г. Инновационные методы лечения остеопороза: ингибиторы RAN KL. *Профилактическая медицина*. 2011; 2: 23-9.
- Вакс В.В., Яцишина О.Н., Марова Е.И. Системный остеопороз у мужчин (обзор литературы). *Остеопороз и остеопатии*. 2003; 3: 29-36.
- Ершова О.Б., Белова К.Ю., Назарова А.В., Новикова И.В. Факторы риска остеопороза и переломов. *Остеопороз и остеопатии*. 2011; 16(4): 82-7.

7. Пигарова Е.А., Рожинская Л.Я. Современные подходы к диагностике и лечению остеопороза. *Consilium Medicum*. 2014; 16(4): 82-7.
8. Струков В.И. Актуальные проблемы остеопороза. Ростра. 2009.
9. Лесняк О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в странах восточной Европы и центральной Азии 2010. *Остеопороз и остеопатия*. 2011; 2: 3-7.
10. Вербовой А.Ф., Пашенцева А.В., Шаронова Л.А. Остеопороз: современное состояние проблемы. *Терапевтический архив*. 2017; 5: 90-7.
11. Babanov S.A., Vakurova N.V., Azovskova T.A. *Vibratsionnaya bolezn'. Optimizatsiya diagnosticheskikh i lechebnykh meropriyatiy*. Samara; 2012.
12. Родионов С.С., Дмитрук Л.И., Любченко П.Н., Фурцева Л.Н. Вибрация как фактор риска развития остеопороза. *Остеопороз и остеопатия*. 1999; 3: 7-10.
13. Любченко П.Н., Дмитрук Л.И., Фони́н О.П., Николаева В.В., Саратцева В.М. К вопросу об эффективности местного лечения ксидифоном остеопоротических изменений в кистях у больных вибрационной болезнью. *Медицина труда и промышленная экология*. 2007; 12: 39-42.
14. Любченко П.Н., Евлашко Ю.П., Дмитрук Л.И. Нарушения в костях кистей при вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации следует считать патогенетическим признаком болезни. *Мед. труда и пром. экол.* 2011; 8: 34-6.
15. Дружинин В.Н., Черный А.Н. Рентгенокомпараметрия костных трабекул в диагностике структурных изменений костей у работающих в условиях воздействия флора и производственной вибрации. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 12: 43-5.
16. Кайсаров Г.А., Багирова В.В. Особенности остеоартроза у работающих на металлургическом производстве с различными условиями труда. *Клиническая медицина*. 2002; 8: 42-5.
17. Отарбаева М.Б. Влияние производственных факторов на формирование сочетанной вертеброгенной патологии и вибрационной болезни у горнорабочих (обзор литературы). *Мед. труда и пром. экол.* 2003; 10: 13-5.
18. Якупов Р.Р., Каримов Л.К. Остеопороз как проблема медицины труда (клинико-рентгенологические проблемы диагностики). *Мед. труда и пром. экол.* 2010; 7: 12-4.
19. Вербовой А.Ф. Состояние костной ткани у больных вибрационной болезнью. *Гигиена и санитария*. 2004; 4: 35-39.
20. Дружинин В.Н., Черный А.Н. Остеоденситометрия в диагностике остеопороза у лиц виброопасных профессий. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 3: 37-41.
21. Беневоленская Л.И., Насонов Е.Л. *Руководство по остеопорозу*. М.; 2003.
22. Климова Ж.А., Зафт А.А., Зафт В.Б. Современная лабораторная диагностика остеопороза. *Международный эндокринологический журнал*. 2014; 7(63): 75-84.
23. Гладкова Е.В., Карякина Е.В., Царева Е.Е., Мамонова И.А., Бабушкина И.В., Пучиньян Д.М. Некоторые аспекты диагностики остеопенического синдрома в травматологии и ортопедии. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2016; 61 (11): 756-9.
24. Вербовой А.Ф. *Влияние производственных факторов на минеральную плотность костной ткани и показатели ее метаболизма*. Самара; 2002.
25. Кирьяков В.А., Сухова А.В., Сааркоппель Л.М. Костно-суставные изменения при воздействии локальной вибрации. *Медицина труда и промышленная экология*. 2011; 8: 36-43.
26. Кудашева А.Р., Якупов Р.Р. Проблема остеопении среди работников горнодобывающего предприятия. *Мед. труда и пром. экол.* 2011; 8: 27-9.
27. Кармановская С.А., Шпагина Л.А. Применение биомаркеров в оценке костного ремоделирования при комбинированном лечении профессиональных артрозов. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2014; 1 (50): 89-92.
28. Алешечкина Е.Е., Шелехова Т.В., Богословская С.И., Рощепкин В.В., Пронина И.В. Сравнительный анализ эффективности различных схем лечения диффузного остеопороза у пациентов с вибрационной болезнью. *Проблемы стандартизации в здравоохранении*. 2014; 5-6: 26-31.
29. Vaks V.V., Yatsishina O.N., Marova E.I. Systemic osteoporosis in men (literature review). *Osteoporoz i osteopatii*. 2003; 3: 29-36. (in Russian)
30. Ershova O.B., Belova K. Yu., Nazarova A.V., Novikova I.V. Risk factors for osteoporosis and fractures. *Osteoporoz i osteopatii*. 2009; 1: 33-8. (in Russian)
31. Pigarova E. A., Rozhinskaya L.Ya. Modern approaches to the diagnosis and treatment of osteoporosis. *Consilium Medicum*. 2014; 16(4): 82-7. (in Russian)
32. Strukov V.I. Actual problems of osteoporosis. *Rostra*. 2009. (in Russian)
33. Lesnyak O.M. Audit of the osteoporosis problem in Eastern Europe and Central Asia 2010. *Osteoporoz i osteopatii*. 2011; 2: 3-7. (in Russian)
34. Verbovoy A.F., Pashentseva A.V., Sharonova L.A. Osteoporosis: current state of the art. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2017; 5: 90-7. (in Russian)
35. Kazantzis G. Cadmium, osteoporosis and calcium metabolism. *Biometals*. 2004; 17(5): 493-8.
36. Jackson C., Gaugris S., Sen S.S., Hosking D. The effect of cholecalciferol (vitamin D3) on the risk of fall and fracture: a metaanalysis. *Q. J. Med.* 2007; 100: 185-92.
37. Babanov S.A., Vakurova N.V., Azovskova T.A. *Vibration disease. Optimization of diagnostic and therapeutic measures*. Samara; 2012. (in Russian)
38. Rodionov S.S., Dmitruk L.I., Lyubchenko P.N., Furtseva L.N. Vibration as a risk factor for osteoporosis. *Osteoporoz i osteopatii*. 1999; 3: 7-10. (in Russian)
39. Lyubchenko P.N., Dmitruk L.I., Fonin O.P., Nikolaeva V.V., Saratseva V.M. To the question of the effectiveness of local treatment with xidiphone of osteoporotic changes in the hands in patients with vibration disease. *Med. truda i prom. ecol.* 2007; 12: 39-42. (in Russian)
40. Lyubchenko P.N., Evlasko Yu.P., Dmitruk L.I. Disturbances in the bones of the hands with vibratory disease from the effects of local vibration should be considered a pathogenetic sign of the disease. *Med. truda i prom. ecol.* 2011; 8: 34-6. (in Russian)
41. Kákosy T., Németh L., Kiss G., Lászlóffy M., Kardos K. Clinical features of the hand-arm vibration syndrome in miners. *Orv Hetil.* 2006 May 7; 147(18): 833-9.
42. Druzhinin V.N., Cherniy A.N. Roentgenoparametry of bone trabeculae in the diagnosis of structural changes in bones in workers exposed to fluorine and industrial vibration. *Med. truda i prom. ecol.* 2017; 12: 43-5. (in Russian)
43. Kaysarov G.A., Bagirova V.V. Features of osteoarthritis in working in metallurgical production with different working conditions. *Klinicheskaya meditsina*. 2002; 8: 42-5. (in Russian)
44. Otarbaeva M.B. The influence of production factors on the formation of combined vertebro-genic pathology and vibration sickness in miners (literature review). *Med. truda i prom. ecol.* 2003; 10: 13-5. (in Russian)
45. Yakupov R.R., Karimov L.K. Osteoporosis as a problem of occupational medicine (clinical and X-ray diagnostic problems). *Med. truda i prom. ecol.* 2010; 7: 12-4. (in Russian)
46. Verbovoy A.F. The state of bone tissue in patients with vibration disease. *Gigiena i sanitariya*. 2004; 4: 35-9. (in Russian)
47. Druzhinin V.N., Cherniy A.N. Osteodensitometry in the diagnosis of osteoporosis in persons with vibro-dangerous occupations. *Med. truda i prom. ecol.* 2017; 3: 37-41. (in Russian)
48. Benevolenskaya L.I., Nasonov E.L. *A guide to osteoporosis*. Moscow; 2003. (in Russian)
49. Dobnig H., Sipes A., Jiang Y., Fahrleitner-Pammer A., Ste-Marie L.G., Gallagher J.C. et al. Early changes in biochemical markers of bone formation cooccur with improvements in bone structure during teriparatide therapy. *J. Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90(7): 3970-7.
50. Klimova Zh.A., Zaft A.A., Zaft V.B. Современная лабораторная диагностика остеопороза. *Mezhdunarodnyy endokrinologicheskii zhurnal*. 2014; 7(63): 75-84. (in Russian)
51. Gladkova E.V., Karyakina E.V., Tsareva E.E., Mamonova I.A., Babushkina I.V., Puchinyan D.M. Certain aspects of diagnostic of osteopenia syndrome in traumatology and orthopedics. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika*. 2016; 61 (11): 756-9 (in Russian).
52. Verbovoy A.F. *Influence of production factors on bone mineral density and its metabolic rate: monograph*. Samara; 2002:168. (in Russian)
53. Kiryakov V.A., Sukhova A.V., Saarkoppel L.M. Bone and joint changes under exposure to local vibration. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2011; 8: 36-43. (in Russian)
54. Kudashева A.R., Yakupov R.R. The problem of osteopenia among mining workers. *Med. truda i prom. ecol.* 2011; 8: 27-9. (in Russian)
55. Karmanovskaya S.A., Shpagina L.A. The use of biomarkers in the evaluation of bone remodeling in the combined treatment of professional arthrosis. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2014; 1 (50): 89-92. (in Russian)
56. Aleshechkina E.E., Shelekhova T.V., Bogoslovskaya S.I., Roshchepkin V.V., Pronina I.V. Comparative analysis of the effectiveness of different treatment regimens for diffuse osteoporosis in patients with a vibrational disease. *Problemy standartizatsii v zdravookhraneni*. 2014; 5-6: 26-31. (in Russian)