

приятия: Методические рекомендации / Под ред. Р.М. Баевского. — М., 1988. — 23с.

9. Руководство Р 2.2.20006–05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. — 142 с.

10. Физиологические нормы напряжения организма человека при различных видах трудовой деятельности (физический, умственный, зрительный) Методические указания, утв. Межведомственным советом «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» 11.02.2003.

REFERENCES

1. Agadzhanian N.A., Severin A.E., Volkov V.I., Dubrovin V.P., et al. Body dimensions and some physiologic features of five endogamous groups of hindu population in Delhi united territory // *Voprosi Antropolog.* — 2008. — issue. — P. 46–53 (in Russian).
2. Agadzhanian N.A., Shabatura N.N. Biorhythms, sports, health. — Moscow: Fizkul'tura i sport, 1989. — 208 p. (in Russian).
3. Alekseva T.N., Kaznacheev V.P. Contemporary state of adaptation problem // *Vestnik RAMN.* — 2007. — 10. — P. 5–15 (in Russian).
4. Baevskiy P.M., Ivanov G.G., et al. Help for practical doctors. Analysis of cardiac rhythm variability, when using various electrocardiographic systems // *Vestnik aritmologii.* — 2001. — 24. — P. 65–87 (in Russian).
5. Brehman I.I. Human adaptation in various ecological backgrounds of Earth (biologic aspects). Lectures. — Moscow: MNEPU, 2008. — 280 p. (in Russian).
6. Introduction to valeology — science of health. — Leningrad; Nauka, 2007. — 125 p. (in Russian).

7. Vinogradova T.S., ed. Instrumental methods to study cardiovascular system. Reference book. — Moscow: Medistina, 1986. — 416 p. (in Russian).

8. R.M. Bayevskiy, ed. Optimization of human functional state in gymnastic health center of industrial enterprise. Methodic recommendations. — Moscow, 1988. — 23 p. (in Russian).

9. Manual R 2.2.20006–05. Manual on hygienic evaluation of working environment and working process factors. Criteria and classification of work conditions. — Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2005. — 142 p. (in Russian).

10. Physiologic norms of human exertion in various types of work (physical, mental, visual). Methodic recommendations approved by Inter-departmental council «Medical ecologic problems of workers' health» 11/02/2003 (in Russian).

Поступила 12.12.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ходжиев Махмадамин (Khodzhiyev M.),
ст. науч. сотр. лаб. физиол. труда и проф. эргономики ФГБНУ НИИ МТ, канд. Мед. наук. E-mail: amin.dok@mail.ru.

Юшкова Ольга Игоревна (Yushkova O.I.),
гл. науч. сотр. лаб. физиол. труда и проф. эргономики ФГБНУ НИИ МТ, профессор НИТУ «МИСиС», д-р мед. наук, проф. E-mail: doktorolga@indox.ru.

Шардакова Эмилия Федоровна (Shardakova E.F.),
вед. науч. сотр. лаб. физиол. труда и проф. эргономики ФГБНУ НИИ МТ, канд. биол. наук. E-mail: ft-matuhin@mail.ru.

Капустина Ангелина Владимировна (Kapustina A.V.),
ст. научн. сотр. лаб. физиол. труда и проф. эргономики ФГБНУ НИИ МТ, канд. биол. наук. E-mail: ft-matuhin@mail.ru.

УДК 613.644;616.7;613.644

В.Н. Дружинин¹, А.Н. Черный²

ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТЕОПОРОЗА У ЛИЦ ВИБРООПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ

¹ФГБНУ «НИИ медицины труда», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

²ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, ул. Большая Пироговская, 2–4, Москва, Россия, 119991

Представлены результаты рентгенологического обследования горнорабочих очистных забоев, подвергавшихся воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, среди которых (пылевые аэрозоли, повышенные физические нагрузки) наиболее значимыми, с точки зрения возможности развития производственно обусловленной остеопатии, были локальная и комбинированная производственная вибрации. Исследовали лиц мужского пола: 60 человек с подозрением на вибрационную болезнь, 35 человек с наличием вибрационной болезни (вегетативно-сенсорная полиневропатия) 1-й стадии и 30 человек контрольной группы, сопоставимых по возрасту и стажу работы. Для диагностики остеопороза (по уровню минерализации дистальных отделов предплечий)

оценены возможности применения эталонной цифровой остеоденситометрии в профпатологической практике при использовании цифровых малодозных рентгенодиагностических аппаратов.

Ключевые слова: производственная вибрация, рентгенодиагностика, остеоденситометрия.

V.N. Druzhinin¹, A.N. Cherniy². **Osteodensitometry in diagnosis of osteoporosis in occupations subjected to vibration**

¹FSBSI «Research Institute of Occupational Health», 31, Budennogo Pr-t, Moscow, Russia, 105275

²I.M. SechenovFirstMoscowStateMedicalUniversity, 2–4, Bolshaya Pirogovskaya Str., Moscow, Russia, 119991

The authors present results of X-ray examination of miners working in cleaning mine face, subjected to complex of occupational hazards (dust aerosols, physical overexertion) among which local and combined occupational vibration could be the most important from the viewpoint of possible occupational osteopathy. Examinees were males: 60 ones with suspected vibration disease, 35 ones with diagnosed vibration disease (vegetative sensory polyneuropathy) stage 1 and 30 ones in reference group matched by age and length of service. For osteoporosis diagnosis (according to mineralization level in distal forearms), the authors evaluated possibilities of digital osteodensitometry standard in occupational therapy with digital low-dose X-ray devices.

Key words: occupational vibration, X-ray, osteodensitometry.

Введение. В настоящее время болезни костно-суставного аппарата от воздействия неблагоприятных производственных факторов в клинике профзаболеваний занимают далеко не последнее место. Роль вибрации в этиологии костных изменений у работающих на различных производствах достаточно хорошо изучена, проблематичным является своевременная (ранняя) и достоверная их диагностика [6]. Последнее имеет большое социальное значение, так как связано со здоровьем наиболее работоспособных контингентов населения в смысле вторичной профилактики заболеваний и решении вопросов экспертизы (установления или снятия профессионального заболевания). Как известно, у рабочих в виброопасных профессиях развиваются функционально-приспособительные и дегенеративно-дистрофические заболевания осевого и периферического скелета. Среди них значительное место занимает перестройка костной структуры в основном остеопоротической направленности, а вибрацию рассматривают как фактор риска [7]. Визуальная оценка выраженности остеопороза возможна лишь при убыли костного вещества порядка 20–30%, поэтому в клинической практике предпочтение отдается количественным методам и в частности методу эталонной рентгеноденситометрии, предполагающей использование конвекционной (пленочной) рентгенографии вместе с клином-эталоном (костным или алюминиевым) известной плотности [1,10,11]. В качестве эталона используются различные материалы, при этом предпочтение отдается эталону выполненному из алюминия, плотность которого (2,65 мг/мм³) близка к плотности костной ткани [9]. По нашему опыту и опыту других исследователей, указанный метод достаточно трудоемок, требует расхода дорогостоящей рентгеновской пленки, предполагает использование специальных микрофотометров, не всегда доступных в широкой практике.

Цель исследования. Оптимизировать рентгенодиагностику перестройки костной структуры остеопоротической направленности у лиц виброопасных профессий методом эталонной цифровой остеоденситометрии для количественной оценки плотности костной ткани, используя малодозный цифровой рентгенодиагностический аппарат.

Материалы и методы. В условиях клиники обследовано 85 человек (мужчин), подвергавшихся воздействию комбинированной, локальной и общей транспортно-технологической производственной вибрации и сопутствующих ей факторов — рабочие очистных забоев горнорудных шахт подземной добычи бокситов (ГРОЗ) г. Североуральска. Это были пациенты с наличием клинических признаков патологии опорно-двигательного аппарата от воздействия локальной и комбинированной вибрации. Возраст обследованных колебался от 41 до 60 лет при стаже работы 3–32 года. Для сравнительной оценки изменений в контрольную группу из 30 мужчин были включены лица физического труда, не подвергавшиеся воздействию неблагоприятных производственных факторов и сопоставимые по возрасту, стажу работы и преморбидному фону. Помимо вибрации данная категория рабочих виброопасных профессий испытывала воздействие и других факторов: нерациональные рабочие позы, производственный шум, неблагоприятный микроклимат, перенос и подъем тяжестей при выполнении ремонтных и погрузочных работ, аэрозоли фиброгенного действия (пыль смешанного характера с частицами боксита и известняка). Большинство обследованных, помимо наличия периферического ангиодистонического синдрома и полиневропатии верхних конечностей имели такие заболевания, как спондилоз и остеохондроз различных отделов позвоночника, деформирующий остеоартроз локтевых и лучезапястных суставов, плече-лопаточный периартроз на фоне пылевой патологии в виде эмфиземы легких, регионарного пневмосклероза и бронхита.

В комплексе клинико-рентгенологического обследования для решения специфической задачи оптимизации диагностики остеопоротической направленности перестройки структуры костной ткани (по уровню минерализации) применялись такие методы, как цифровая малодозная рентгенография, эталонная и цифровая остеоденситометрия. Использовалась современная аппаратура: цифровой рентгенодиагностический комплекс DR-F (GE Brivo), дихроматический остеоденситометр «PRODIGY» (корпорация «Lunar»). Для прецизионной оценки минеральной плотности костной ткани (МПКТ) определялись как абсолютные показатели минерализации (в г/см² гидроксиапатита), так и относительные (в % относительно оптимума) по Т и Z критериям (по рекомендациям ВОЗ).

Рентгенодиагностический комплекс включал:

1. Интерактивную рентгенографию (цифровую рентгенографию предплечий с захватом лучезапястных и локтевых суставов, которая выполнялась вместе с алюминиевым клином — эталоном плотности).
2. Двухэнергетическую (дихроматическую) остеоденситометрию костей предплечий.

Использовалась только аппаратная микрофотометрия (предусмотренная на панели инструментов цифрового рентгенодиагностического аппарата и в исследовательской программе «Махаон»). Впервые в практике рентгенодиагностики данной патологии для решения экспертных вопросов применялось определение минеральной плотности костных тканей (МПКТ) при помощи разработанной нами эталонной малодозной цифровой денситометрии наряду с дихроматической рентгеновской абсорбциометрией (Dual-energy x-ray absorptiometry — DEXA), широко используемый в клинической практике [2–5,7,8,12–16]. Исследования выполнялись параллельно соответственно во всех сравниваемых группах.

Сущность инновации заключается в следующем: при выполнении рентгенографии, например, дистальных отделов предплечий (кость руки), также как и при выполнении конвекционной эталонной рентгенографии, использовали алюминиевые тарированные клинья-эталон (ступенчатые, и плавные), снабженные соответствующими паспортами с указанием количества минералов в г/см². Для денситометрии применяли измерительную панель инструментов цифрового рентгенодиагностического аппарата и дисплея персонального компьютера. Зоны денситометрии лучевых костей (3–5 точек дистального отдела), соотносили с соответствующей ступенькой или высотой клина-эталона. Пространственное разрешение ПЗС (прибор с зарядовой связью) матриц кассет цифровых рентгенодиагностических аппаратов сегодня позволяет достаточно хорошо дифференцировать элементы структуры костной ткани. Тем не менее, для исключения проекционных искажений и унификации измерений, выполнялись следующие условия: фокусное расстояние соответствовало 100 см, центральный луч проецировали в геометрический центр кассеты, в зоне которого располагался лучезапястный сустав. Далее изображение объекта исследования передавалось на рабочую станцию для вышеописанного измерения. Наконец, проводилось определение искомой величины минеральной насыщенности по паспорту клина-эталона и по оценочным номограммам и с различными шагами градации 0,08 г/см² или 0,01 г/см² уровней минерализации (в г/см² и по Т-критерию).

Результаты и обсуждение. Визуальный анализ рентгенологической картины на рентгеновских пленках и на экране монитора позволил определить наличие рентгеноморфологических признаков, характерных для остеоартрозов, эностозов, гиперостозов и кистовидной перестройки, тогда как изменений костной структуры, патогномоничных для остеопе-

Таблица

Результаты определения минеральной насыщенности дистальных отделов лучевых костей с применением различных методов остеоденситометрии

Группа обследованных	Возраст, лет	Стаж работы, лет	Минерализация, г/см ²		
			Эталонная цифровая остеоденситометрия **		Цифровая двухэнергетическая остеоденситометрия ***
			Пленочный вариант	Экранный вариант	
	X ± sx	X ± sx	X ± sx	X ± sx	X ± sx
Горнорабочие подземной добычи бокситов(1гр.)	45,93±6,6	20,16±7,51	0,770±0,02	0,760±0,02	0,795±0,03
Больные вибрационной болезнью(2гр.)	55,39±7,17	23,67±8,22	0,732±0,05*	0,7721±0,02*	0,734±0,03*
Контрольная группа(3гр.)	48,62±14,4	22,25±11,53	0,841±0,02	0,856±0,02	0,873 ±0,03

Примечания: * Разница относительно контрольной группы статистически достоверна (p < 0,05).

** Использовался цифровой рентгенодиагностический аппарат GE Brivo.

*** Использовался цифровой дихроматический остеоденситометр GE Lunar Prodigy.

нии и остеопороза, у данной категории обследуемых выявить не удавалось. Минеральная насыщенность дистальных отделов лучевых костей у обследуемых варьировала от 0,65 г/см², (63 % и Т — 1,9) до 0,85 г/см² (120% и Т +2,0). Средние показатели костной плотности в основных группах в разной степени отличались от таковых в группе контроля — незначительно в группе риска и более значительно (статистически достоверно) — у пациентов с наличием развернутой клиники вибрационной болезни 1 ст. Минеральная насыщенность имела хорошую корреляцию со стажем работы в профессиях (по показателю в г/см² $r = -0,368$, в % $r = -0,352$). Однако, главным итогом данного исследования следует считать наличие практически полного соответствия показателей минерализации определенных разными методами: цифровой эталонной денситометрии и цифровой аппаратной остеоденситометрии. Как видно из представленных данных (табл.), различия показателей оказались мизерными и соответственно статистически недостоверными, что позволяет сделать вывод о высокой точности метода эталонной цифровой остеоденситометрии в разработанной нами модификации.

Таким образом, цифровая эталонная остеоденситометрия наряду с дихроматической рентгеновской абсорбциометрией, считающаяся в общей рентгенодиагностике «золотым стандартом», также может быть использована в комплексной рентгенодиагностике остеопатий профессионального генеза, в практике однократных и динамических наблюдений.

Применение указанного метода предполагает использование при рентгенографии тарированных ступенчатых или плавных алюминиевых клиньев-эталонов плотности, снабженных соответствующими паспортами. Задача оценки минеральной плотности костей значительно облегчается при наличии оценочных номограмм с индикацией зон оптимальной, высокой и низкой степенью минерализации (в г/см², в % и по Т-критерию).

Выводы:

1. Цифровая рентгенография с клином-эталонном плотности (как в экранном, так и в пленочном вариантах исследования) наряду с возможностью анализа рентгеноморфологической картины и последующей остеоденситометрией в указанных зонах, позволяет довольно точно оценить минерализацию костей по показателю МПКТ (в упрощенном варианте по номеру ступеньки клина).

2. Диагностические возможности определения минеральной насыщенности костной ткани на основе применения разработанного и апробированного нами методического подхода сопоставимы с результатами известного метода дихроматической рентгеновской абсорбциометрии, но в отличие от последнего, позволяет более оперативно получать искомую информацию и не связан с дополнительной лучевой нагрузкой и, следовательно, может быть использован на всех этапах рентгенологического обследования пациента.

3. Рентгенометрия костной ткани с использованием цифровой эталонной остеоденситометрии, наряду с дих-

роматической рентгеновской абсорбциометрией (DXA), может быть широко использована в скрининговой, динамической и комплексной клиническо-рентгенологической диагностике остеопатий профессионального генеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 12–16)

1. Алексеева Т.И., Смирнова А.М., Павловский О.М. // Вopr. антропол. — 1963. — вып. 15. — С. 3–12.
2. Алешечкина Е.Е., Шелехова Т.В., Богословская С.И. и др. // Саратовский научно-мед. ж-л. — 2013. — Т. 9. — №1. — С. 34–38.
3. Дедов И.И., Марова Е.И., Рожинская Л.Я. Остеопороз (патогенез, диагностика, принципы профилактики и лечения): Методическое пособие для врачей. — М., 1999. — С. 23–35
4. Зеликман М.И. Цифровые системы в медицинской рентгенодиагностике. — М.: Медицина, 2007. — 208 с.
5. Новиков В.Е., Оганов В.С., Бакулин А.В. и др. // Остеопороз и остеопатии. — 2005. — №3. — С. 4–10.
6. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — С. 77–81, 429–439.
7. Родионова С.С., Дмитрук П.Н. и др. // Остеопороз и остеопатии. — 1999. — №3. — С. 7–10.
8. Руководство по остеопорозу / под ред. Л.И. Беневоленской. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. — С. 132–152.
9. Симаков В.В., Комиссарова Е.Н. // Арх. анат. гистол. и эбриол. — 1987. — Т. 92. — вып. 2. — С. 92–95.
10. Тайц Н.С., Лукаш Л.К. // Вестн. рентгенол. — 1969. — вып. 3. — С. 22–25.
11. Франке Ю., Рунге Г. Остеопороз: Пер. с нем. — М.: Медицина, 1995. — 304 с.

REFERENCES

1. Alekseeva T.I., Smirnova A.M., Pavlovskiy O.M. // Vopr. Antropol. — 1963. — issue 15. — P. 3–12 (in Russian).
2. Aleshechkina E.E., Shelekhova T.V., Bogoslovskaya S.I., et al. // Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal. — 2013. — Vol. 9. — 1. — P. 34–38 (in Russian).
3. Dedov I.I., Marova E.I., Rozhinskaya L.Ya. Osteoporosis (pathogenesis, diagnosis, principles of prevention and treatment). Methodic textbook for doctors. — Moscow, 1999. — P. 23–35 (in Russian).
4. Zelikman M.I. Digital systems in medical X-ray. — Moscow: Meditsina, 2007. — 208 p. (in Russian).
5. Novikov V.E., Oganov V.S., Bakulin A.V., et al. // Osteoporoz i osteopatii. — 2005. — 3. — P. 4–10 (in Russian).
6. Izmerov N.F., ed. Occupational diseases: national manual. — Moscow: GEOTAR-Media, 2011. — P. 77–81, 429–439 (in Russian).
7. Rodionova S.S., Dmitruk P.N., et al. // Osteoporoz i osteopatii. — 1999. — 3. — P. 7–10 (in Russian).
8. Benevolenskaya L.I., ed. Manual on osteoporosis. — Moscow: Binom. Laboratoriya znaniy, 2003. — P. 132–152 (in Russian).
9. Simakov V.V., Komissarova E.N. // Arkh. anat. gistol. i ebiol. — 1987. — Vol. 92. — issue 2. — P. 92–95 (in Russian).

10. Tayts N.S., Lukash L.K. // Vestn. Rentgenol. — 1969. — issue 3. — P. 22–25 (in Russian).

11. Franke Yu., Runge G. Osteoporosis. Translated from German. — Moscow: Meditsina, 1995. — 304 p. (in Russian).

12. Baim S., Wilson Ch. R., Lewiecki E. M. et al. // J. Clinical Densitometry. — 2005. — Vol. 8 (4) . — P. 371–378.

13. Diessel E., Fuerst T., Njeh C.F. et al. // J. Appl. Physiol. — 2000. — Vol. 89. — P. 599–605.

14. Frost, H.M. // Osteoporosis Int. — 1999. — Vol. 10. — P. 345–352.

15. Jergas M., Schmid G. // Radiologe. — 1999. — Vol. 3. — N 3. — P. 174–185.

16. Kanis J.F., Gluer C.C. // Osteoporosis int. — 2005. — Vol. 16. — №3. — P. 229–238.

Поступила 23.05.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дружинин Валентин Николаевич (Druzhinin V. N.),
вед. науч. сотр. отд. рентгенолог. иссл. и томографии
ФГБНУ НИИ МТ, д-р мед. наук. E-mail: druzhinin@ru List.
Черный Александр Николаевич (Cherniy A. N.),
гл. науч. сотр. 1 МГМУ им. И.М. Сеченова, действит.
член акад. электротехнич. наук РФ, д-р техн. наук.
E-mail: alexcherny@ru.

УДК 613.6;616-001.11;612.12

С.Е. Фоменко¹, Н.Ф. Кушнерова^{1,2}, Т.В. Момот³

ИЗМЕНЕНИЕ ЛИПИДНОГО СОСТАВА МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ У ВОДОЛАЗОВ, РАБОТАЮЩИХ НА МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГЛУБИНАХ

¹ ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, ул. Балтийская, д. 43, Приморский край, Владивосток, Россия, 690041

² ДВФУ, Школа биомедицины, Аякс, 10, о. Русский, Приморский край, Владивосток, Россия

³ ФГБУН Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, ул. Пальчевского, д. 17, Приморский край, Владивосток, Россия, 690059

Проведено исследование липидного состава мембран эритроцитов у водолазов, испытывающих в процессе их профессиональной деятельности воздействие экстремальных факторов гипербарической среды. Показано, что профилактический прием биологически активной добавки к пище из калины «Калифен»[®] способствовал сохранению физиологических характеристик эритроцитов и восстановлению липидной составляющей их мембран.

Ключевые слова: водолазы, эритроциты, нейтральные липиды, фосфолипиды, профилактика, растительные полифенолы, «Калифен».

S.E. Fomenko¹, N.F. Kushnerova^{1,2}, T.V. Momot³. **Changes in lipid content of RBC membranes in divers working on low and moderate depths**

¹Federal State establishment of the Russian academy of science V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEBRAS, 43, Str. Baltiyskaya, Primorskiy kray, Vladivostok, Russia, 690041

²The Far Eastern Federal University, School of Biomedical, 10, Ayaks, o. Russkiy, Primorskiy kray, Vladivostok, Russia

³Federal State establishment of the Russian academy of science A.V. Zhirmunsky Institute of marine biology FEBRAS, 17, Str. Pal'chevskogo, Primorskiy kray, Vladivostok, Russia, 690059

The study covered lipid content of RBC membranes in divers exposed to extreme hyperbaric factors at work. Findings are that prophylactic intake of biologically active additive nutrient "Kalifen" made of viburnum berries preserved physiologic characteristics of RBC and recovery of lipid components in their membranes.

Key words: divers, RBC, neutral lipids, phospholipids, prevention, vegetable polyphenols, «Kalifen».

Проведение профессиональных водолазных и кессонных работ на глубине связано с воздействием на организм человека комплекса гипербарических факторов. Это, прежде всего, высокое гидростатическое давление, повышенное парциальное давление кисло-

рода и индифферентных газов, тяжелая физическая нагрузка, низкая температура воды. Также немаловажное значение имеет нервно-эмоциональное напряжение, связанное с чувством реального риска и прямой или косвенной ответственностью за жизнь других лиц [4].