

УДК 613.632.4:616.43+616.71

ЭНДОКРИННЫЕ НАРУШЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТЕЙ У РАБОЧИХ СЕВЕРОМУЙСКОГО ТОННЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДОНА

© 2013 г. ¹Е. В. Катаманова, ¹И. Н. Кодинец, ^{1,2}Е. А. Абраматец, ¹Н. А. Павленко, ^{1,2}О. Л. Лахман, ¹В. Н. Соколик

¹ ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» Сибирского отделения РАМН, г. Ангарск

²Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, г. Иркутск

Обследованы работники Северомуйского тоннеля (21 человек). Выявлены методом рентгеновской остеоденситометрии изменения плотности костной ткани в виде остеопенического синдрома поясничного отдела позвоночника у (44,2 ± 4,8) % обследованных. При анализе показателей гормонального фона щитовидной железы отмечалось повышение уровня тиреотропного гормона в (11,1 ± 2,3) % случаев, повышение уровня свободного трийодтиронина в (7,4 ± 1,7) %, а его снижение в (3,7 ± 1,2) % случаев, снижение показателя свободного тироксина в (11,1 ± 2,3) %, повышение титра антител к тиреопероксидазе в (11,1 ± 2,3) % случаев. Полученные результаты свидетельствуют о наличии у каждого второго стажированного работника тоннеля остеопенического синдрома, обусловленного как нарушениями функционирования щитовидной железы, так и влиянием комплекса неблагоприятных производственных факторов, таких как радон, тяжелый труд и напряженный трудовой процесс и неблагоприятный микроклимат.

Ключевые слова: радон, комплекс производственных факторов, минеральная плотность костной ткани, гормоны щитовидной железы

Северомуйский тоннель Восточно-Сибирской железной дороги расположен в условиях резкоконтинентального климата Восточной Сибири с высокой сейсмической активностью, активными геодинамическими процессами Байкальской рифтовой зоны и обводненностью радононасыщенными водами.

Трудовая деятельность тоннельных рабочих связана с воздействием на организм неблагоприятных микроклиматических условий — пониженной температуры, высокой относительной влажности и подвижности воздуха (класс условий труда 3.1); низкими уровнями искусственного освещения и отсутствием естественного освещения (класс условий труда 3.2); повышенными уровнями шума (класс условий труда 3.1–3.2); пылевой нагрузкой (класс условий труда 3.3); воздействием радиационного фактора — радона (класс условий труда 3.2–3.3) и высокой степенью тяжести и напряженности трудового процесса [7].

Воздействие радона на организм человека многообразно. Имея способность хорошо растворяться в крови и лимфе, он концентрируется в жизненно важных органах. Содержание его в единице объема тела составляет 50 % от содержания в окружающем воздухе [6, 8]. Известно также, что первичные изменения в организме связаны с поражением периферических сосудов, а в дальнейшем происходят нарушения в соединительной и нервной тканях. Выраженность патологических изменений в организме зависит от возраста и накопленной дозы радона [2]. Воздействие радона на организм человека вызывает широкий спектр заболеваний, в частности поражение легких, сердечно-сосудистой, нервной, костно-мышечной систем, репродуктивной функции, гормональные изменения [3, 5, 9, 11, 13]. Одновременно работники Северомуйской дистанции пути по обслуживанию тоннелей Восточно-Сибирской железной дороги подвергаются воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Напряжение функционирования различных органов и систем организма при воздействии неблагоприятного микроклимата (охлаждение) приводит к угнетению иммунной и эндокринной систем, что влечет за собой возникновение предболезненных состояний. Одновременное воздействие радона и неблагоприятного микроклимата ведет к значимым повреждениям структуры костной ткани и эндокринным нарушениям [4, 8], что и послужило основанием для обследования работников Северомуйского тоннеля.

Цель данного исследования — определить у работников, обслуживающих Северомуйский тоннель, изменения плотности костной ткани на ранней стадии методом рентгеновской остеоденситометрии с одновременной оценкой функционирования щитовидной железы.

Методы

В условиях стационара клиники ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» Сибирского отделения РАМН обследованы работники, обслуживающие Северомуйский тоннель (21 мужчина – основная группа), средний возраст (43,7 ± 3,2) года, стаж работы (10,2 ± 3,5) года. Группу сравнения составили 30 мужчин, не имеющих контакта с вредными производственными факторами, средний возраст (41,7 ± 2,5) года. Критериями исключения из исследования стали: сопутствующие тяжелые заболевания или декомпенсация по сопутствующим заболеваниям, множественные переломы в анамнезе и тяжелые психические заболевания. Для оценки состояния костной ткани была проведена стандартная спондилография поясничного отдела позвоночника с расчетом высоты тел позвонков и рентгеновская остеоденситометрия на аппарате Lunar серии prodigy с использованием кадмий-цинк-теллуридидовой матрицы, которая обеспечивает быстрое получение сканограмм, отличное качество изображения, низкую дозу облучения. Учитывали показатели минеральной плотности костной ткани в аксиальном скелете: в поясничном отделе позвоночника и проксимальных отделах бедренной кости (уровень доказательности А) [8, 10]. Остеоденситометрия проводилась с определением Z-score (коэффициента минеральной плотности костной ткани), с вычислением стандартного отклонения (SD) от возрастной нормы, так как все обследуемые – мужчины до 50 лет. В норме показатели минеральной плотности колеблются в пределах стандартных отклонений –1 SD / +1 SD. Остеопению диагностировали при отклонении Z-критерия от –1,0 до –2,5 SD, а остеопороз – при снижении показателя минеральной плотности костной ткани менее –2,5 SD [1, 10, 12].

Все обследуемые консультированы терапевтом, неврологом и эндокринологом; им проведено исследование биохимических показателей крови (креатинин, кальций, фосфор, мочевиная кислота) и гормонов щитовидной железы (тиреотропный гормон, свободный трийодтиронин, свободный тироксин, антитела к тиреопероксидазе). Для оценки функции щитовидной железы проведено ультразвуковое ска-

нирование. Диагностика заболеваний проводилась в соответствии с общепринятыми международными критериями. Обследование пациентов отвечало этическим стандартам в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», с поправками 2000 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 года. Все обследованные подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Statistica 6.0 и редактора электронных таблиц MS Excel 7.0. Сравнение средних значений количественных нормально распределенных признаков проводили с помощью однофакторного дисперсионного анализа вариаций после проверки гипотезы о равенстве дисперсий (тест Левена). В тех случаях, когда используемые показатели не отвечали закону нормального распределения вероятностей, для проверки статистических гипотез применяли непараметрические методы – тест Манна – Уитни. В тексте результаты представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (25-й и 75-й процентиля). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Рентгенологические признаки снижения высоты поясничных позвонков установлены у (44,2 ± 4,8) % обследованных 1 группы, тогда как в группе сравнения – у (6,6 ± 1,2) % пациентов.

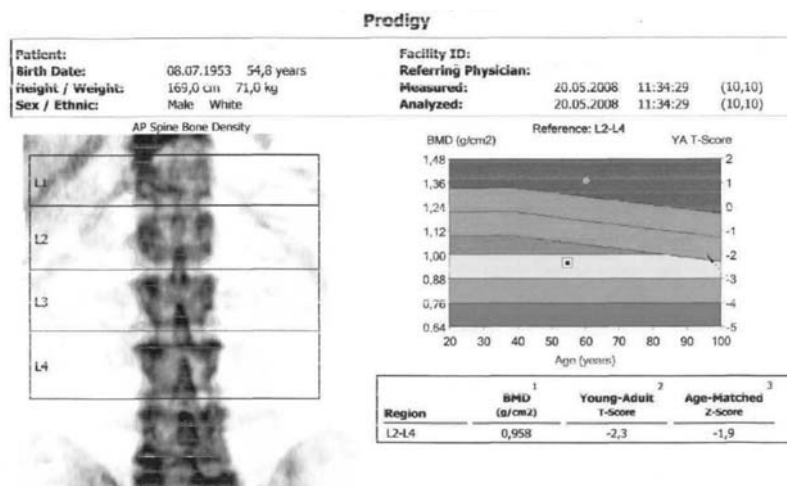
При оценке минеральной плотности костной ткани с определением Z-критерия выявлен остеопенический синдром во всех поясничных позвонках (L1, L2, L3, L4, L1–L2, L1–L3, L1–L4, L2–L3, L2–L4, $p < 0,05$) в основной группе обследованных, тогда как в группе сравнения снижения минеральной плотности позвонков не зарегистрировано (табл. 1).

Наибольшее снижение минеральной плотности костной ткани зафиксировано в позвонках L1, L1–L2, L2: –1,5 и –1,8 SD в основной группе (рисунок) против –0,1 и –0,7 SD в группе сравнения. Снижения минеральной

Таблица 1

Средние значения минеральной плотности костной ткани в группах Me (Q1–Q3)

Группа	Минеральная плотность позвонков, %									
	L1	L2	L3	L4	L1–L2	L1–L3	L1–L4	L2–L3	L2–L4	L3–L4
Основная (n=21)	80,5 (77,0–106,0)	84,5 (79,0–109,0)	87,5 (84,0–117,0)	89,0 (84,0–106,0)	82,0 (78,0–108,0)	83,5 (81,0–113,0)	85,0 (80,0–114,0)	85,0 (82–115)	86,0 (81–115)	89,0 (84–111)
Сравнения (n=30)	93,0 (90,0–99,0)	99,0 (96,0–103,0)	103,0 (99,0–107,0)	104 (99–106)	97 (94–99)	100 (96–102)	100 (97–103)	100 (97–105)	102 (97–105)	100 (97–106)
p	0,030	0,040	0,030	0,020	0,030	0,030	0,030	0,070	0,030	0,200
	Z-критерий (SD)									
Основная (n=21)	–1,75 (–2,1...+0,6)	–1,5 (–2,2...+1,0)	–1,25 (–1,7...+1,7)	–1,1 (–1,7...+0,6)	–1,8 (–2,2...+0,8)	–1,6 (–1,9...+1,3)	–1,5 (–2,0...+1,4)	–1,6 (–1,9...+1,5)	–1,5 (–1,8...+1,6)	–1 (–1,7...+1,9)
Сравнения (n=30)	–0,7 (–1,0...+0,1)	–0,1 (–0,5...+0,3)	0,2 (–0,1...+0,7)	0,3 (–0,1...+0,6)	–0,3 (–0,6...+0,2)	0,1 (–0,4...+0,2)	0,1 (–0,3...+0,3)	0,1 (–0,2...+0,5)	0,4 (–0,3...+0,7)	0,5 (–0,2...+1,1)
p	0,040	0,030	0,020	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,010	0,030



Пример остеоденситометрии стажированного тоннельного рабочего

плотности костной ткани, характерного для остеопороза, не выявлено в обеих исследуемых группах.

При сравнении биохимических показателей (кальций, фосфор, мочевая кислота и креатинин) статистически значимых различий в обеих исследуемых группах не установлено (табл. 2).

Таблица 2
Средние значения биохимических показателей (мм/л) в группах, Ме (Q1–Q3)

Группа	Кальций	Фосфор	Мочевая кислота	Креатинин
Основная (n=21)	2,4 (2,1–2,5)	1,29 (1,00–1,60)	339,0 (288,0–449,0)	0,08 (0,06–0,10)
Сравнения (n=30)	2,37 (2,10–2,40)	1,27 (0,96–1,40)	282,0 (177,0–377,0)	0,07 (0,06–0,10)
p	0,400	0,200	0,100	0,300

Анализ показателей гормонального фона щитовидной железы выявил повышение уровня тиреотропного гормона в (11,1 ± 2,3) % случаев, повышение уровня свободного трийодтиронина в (7,4 ± 1,7) %, а его снижение в (3,7 ± 1,2) % случаев, снижение уровня свободного тироксина в (11,1 ± 2,3) %, повышение содержания антител к тиреопероксидазе в (11,1 ± 2,3) % случаев в основной группе (табл. 3).

Таблица 3
Средние значения гормонов щитовидной железы в группах Ме (Q1–Q3)

Группа	T3 свободный, мкМЕ/мл	T4 свободный, мкМЕ/мл	ТТГ, мкМЕ/мл	Антитела к ТПО, МЕ/мл
Основная (n=21)	1,6 (1,3–2,1)	92,7 (85,1–112,7)	1,2 (0,9–1,7)	12,7 (7,6–15)
Сравнения (n=30)	1,9 (1,5–2,2)	88,5 (76,0–98,0)	1,45 (1,10–2,30)	4,6 (2,2–5,4)
p	0,070	0,100	0,200	0,030

При проведении ультразвукового сканирования щитовидной железы морфологические изменения выявлены в (29,6 ± 3,5) % случаев в основной группе и представлены различными вариантами: кистой доли щитовидной железы, узловым зобом, гипотиреозом,

хроническим аутоиммунным тиреодитом. Нарушения эндокринной системы в этой группк включали в себя, кроме патологии щитовидной железы, сахарный диабет 2 типа (19 % случаев) и ожирение (38 %).

Обсуждение результатов

При обследовании работников Северомуйского тоннеля выявлен остеопенический синдром во всех поясничных позвонках (L1, L2, L3, L4, L1–L2, L1–L3, L1–L4, L2–L3, L2–L4, p < 0,05), при этом биохимические показатели (кальций, фосфор) находились в пределах физиологической нормы в обеих исследуемых группах. В то же время установлены отклонения в функционировании щитовидной железы (латентный гипотиреоз и другие нозологические формы).

Механизм влияния гормонов щитовидной железы на костную ткань окончательно не выяснен. Считается, что остеокласты более чувствительны к гормонам щитовидной железы, чем остеобласты. Физиологическая концентрация тиреоидных гормонов необходима для процесса ремоделирования костной ткани. При гипертиреозе повышены как созидание кости, так и костная резорбция, однако последняя преобладает, и это является причиной ускоренной костной перестройки. При гипотиреозе костная перестройка замедлена или не происходит совсем.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о наличии у каждого второго стажированного работника Северомуйского тоннеля остеопенического синдрома, обусловленного как нарушениями функционирования щитовидной железы, так и влиянием комплекса неблагоприятных производственных факторов, таких как радон, тяжелый труд и напряженный трудовой процесс и неблагоприятный микроклимат.

Список литературы

1. Абраматец Е. А., Ушакова О. В., Панчукова К. В., Бахтина А. М. Профессиональная остеопатия от воздействия соединений фтора : метод. рекомендации. Иркутск, 2011. 32 с.
2. Достовалова И. Н., Павленко Н. А., Прокопенко О. Л. Оценка состояния здоровья стажированных работников Северомуйского тоннеля // Актуальные проблемы кли-

нической медицины : материалы XIII итог. науч.-практ. конф. ИГИУВа. Иркутск, 2008. С. 20–22.

3. Карпин В. А., Кострюкова Н. К., Гудков А. Б. Радиационное воздействие на человека радона и его дочерних продуктов распада // Гигиена и санитария. 2005. № 4. С. 13–17.

4. Кодинец И. Н., Катаманова Е. В., Лакман О. Л. Состояние минеральной плотности костной ткани у рабочих, обслуживающих Северомуйский тоннель // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2012. № 1(83). С. 37–40.

5. Кряуачунас В. В., Шахова Е. В. Основные закономерности миграции ^{232}Th и ^{226}Ra в почвах города Архангельска // Экология человека. 2013. № 8. С. 23–27.

6. Кудяева И. В., Маснавиева Л. Б., Бударина Л. А. О возможности использования кремнеземных микрокластеров фланганов для коррекции показателей оксидативного стресса и показателей обмена холестерина у лиц, контактирующих с радоном // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2008. № 5. С. 53–57.

7. Куренкова Г. В., Павлова Н. И., Борейко А. Н., Лемешевская Е. П. Гигиеническая оценка факторов производственной среды и трудового процесса рабочих, обслуживающих подземную часть Северомуйского тоннеля // Сибирский медицинский журнал. 2009. № 2. С. 83–85.

8. Макаров О. А., Савченков М. Ф., Ильин В. П. Радон и здоровье населения. Новосибирск, 2000. 148 с.

9. Либерман А. Н. Радиация и репродуктивное здоровье. СПб., 2003. 226 с.

10. Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение / под ред. О. Л. Лесняк, Л. И. Беневоленской. М., 2010. 272 с.

11. Пучков А. В., Киселёв Г. П. Оценка количественных показателей объёмной активности радона-222 на территории Архангельской промышленной агломерации // Экология человека. 2011. № 9. С. 19–23.

12. Современные методы диагностики остеопороза и переломов позвоночника : учеб. пособие для врачей / Л. В. Меньшикова [и др.]. Иркутск, 2008. 79 с.

13. Шевченко О. И., Кодинец И. Н., Лакман О. Л., Катаманова Е. В. Оценка геропротекторного эффекта микрогидрина и его влияние на темпы биологического старения работников Северомуйского тоннеля // Сибирский медицинский журнал. 2011. № 6. С. 222–223.

References

1. Abramatec E. A., Ushakova O. V., Panchukova K. V., Bakhtina A. M. *Professional'naya osteopatiya ot vozdeistviya soedinenii flora* [Professional osteopathy caused by effects of fluorine N. compounds]. Irkutsk, 2011, 32 p. [in Russian]

2. Dostovalova I. N., Pavlenko A., Prokopenko O. L. *Aktual'nye problemy klinicheskoi meditsiny. Materialy XIII nauch.-prakt. konf. Irkutskogo gosudarstvennogo instituta usovershenstvovaniya vrachei* [Actual problems of clinical medicine. Proceedings of XIII Science and Practice Conference of the Irkutsk State Institute of Postgraduate Medical Education]. Irkutsk, 2008, pp. 20-22. [in Russian]

3. Karpin V. A., Kostryukova N. K., Gudkov A. B. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation]. 2005, no. 4, pp. 13-17. [in Russian]

4. Kodinec I. N., Katamanova E. V., Lakhman O. L. *Byulleten' VSNTs SO RAMN* [Bulletin of East-Siberian Scientific Centre of RAMS]. 2012, no. 1(83), pp. 37-40. [in Russian]

5. Krayauchunas V. V., Shakhova E. V. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, no. 8, pp. 23-27. [in Russian]

6. Kudaeva I. V., Masnavieva L. B., Budarina L. A. *Byulleten' VSNTs SO RAMN* [Bulletin of East-Siberian Scientific Centre RAMS]. 2008, no. 5, pp. 53-57. [in Russian]

7. Kurenkova G. V., Pavlova N. I., Boreiko A. N., Lemeshevskaya E. P. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal* [Siberian Medical Journal]. 2009, no. 2, pp. 83-85. [in Russian]

8. Makarov O. A., Savchenkov M. F., Ilyin V. P. *Radon i zdorov'e naseleniya* [Radon and Population Health]. Novosibirsk, 2000, 148 p. [in Russian]

9. Liberman A. N. *Radiatsiya i reproduktivnoe zdorov'e* [Radiation and Reproductive Health]. Saint Petersburg, 2003, 226 p. [in Russian]

10. *Osteoporoz. Diagnostika, profilaktika i lechenie* [Osteoporosis. Diagnosis, Prevention and Treatment]. Eds. O. L. Lesnyak, L. I. Benevolenskiy. Moscow, 2010, 272 p. [in Russian]

11. Puchkov A. V., Kiselev G. P. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, no. 9, pp. 19-23. [in Russian]

12. *Sovremennye metody diagnostiki osteoporoza i perelomov pozvonochnika* [Modern Methods of Diagnosis of Osteoporosis and Vertebral Fractures]. L. V. Menshikova [at al.]. Irkutsk, 2008, 79 p. [in Russian]

13. Shevchenko O. I., Kodinets I. N., Lakhman O. L., Katamanova E. V. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal* [Siberian Medical Journal]. 2011, no. 6, pp. 222-223. [in Russian]

ENDOCRINE DISORDERS AND CHANGES IN BONE MINERAL DENSITY IN SEVEROMUIISK TUNNEL WORKERS UNDER PROLONGED EXPOSURE TO RADON

¹E. V. Katamanova, ¹I. N. Kodinec, ^{1,2}E. A. Abramatec, ¹N. A. Pavlenko, ^{1,2}O. L. Lakhman, ¹B. N. Sokolik

¹Research Institute of Industrial Medicine and Human Ecology, Scientific Centre of Medical Ecology, Eastern-Siberian Scientific Centre of RAMS, Angarsk
²Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia

The study included 21 people - employees of the Severomuisk Tunnel. Changes in bone density in the form of the osteopenic syndrome have been detected with use of lumbar spine X-ray osteodensitometry in (44.2 ± 4.8) % of patients. In the analysis of the thyroid endocrine profile indicators, there has been noted an increase in the thyroid-stimulating hormone level in (11.1 ± 2.3) % of cases, an increase in the free triiodothyronine level in (7.4 ± 1.7) % of cases, and its decrease in (3.7 ± 1.2) % of cases, a decrease in the free thyroxine level in (11.1 ± 2.3) %, an increase in the level of antibodies to thyroid peroxidase in (11.1 ± 2.3) % of cases. The received results indicated presence of the osteopenic syndrome in every second trained worker of the Severomuisk Tunnel. The syndrome appearance was caused both by the thyroid gland's disordered functioning and a complex of unfavorable production factors, such as radon, hard work, an intensive labor process and unfavorable climate

Keywords: radon, a complex of production factors, bone mineral density, thyroid hormones

Контактная информация:

Катаманова Елена Владимировна – доктор медицинских наук, зам. главного врача по медицинской части клиники ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» Сибирского отделения РАМН, г. Ангарск
Адрес: 665827, Иркутская область, г. Ангарск-27, а/я 1154
E-mail: krisla08@rambler.ru