

Региональные аспекты исследования минеральной плотности кости методом рентгеновской денситометрии у женщин

Г.И. Колпинский^{1,2}, д. м. н., главный врач, профессор кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и онкологии;
И.С. Захаров², к. м. н., доцент кафедры акушерства и гинекологии № 1

¹ МБУЗ «Клинический консультативно-диагностический центр»,
Октябрьский пр-т, 53, корп. 1, Кемерово, 650066, Российская Федерация;

² ГБОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ,
ул. Ворошилова, 22а, Кемерово, 650029, Российская Федерация

X-ray densitometry investigation of bone mineral density in women: Regional aspects

G.I. Kolpinskiy^{1,2}, MD, PhD, DSc, Head Physician,
Professor of Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Oncology;

I.S. Zakharov², MD, PhD, Associate Professor of Department of Obstetrics and Gynecology № 1

¹ Clinical Consultative and Diagnostic Center,

Oktyabr'skiy prospekt, 53, korpus 1, Kemerovo, 650066, Russian Federation;

² Kemerovo State Medical Academy, Ministry of Health of the RF,
ul. Voroshilova, 22a, Kemerovo, 650029, Russian Federation

Цель исследования – на основании разработанной базы данных показателей двухмерной минеральной плотности поясничных позвонков и проксимального отдела бедренной кости рассчитать Z-критерии для женщин различных возрастных групп Кемеровской области.

Материал и методы. Проведен анализ результатов двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии поясничных позвонков и проксимального отдела бедренной кости 1504 здоровых женщин Кемеровской области.

Результаты. Пиковые значения костной массы поясничного отдела позвоночника и проксимального отдела бедренной кости у женщин Кузбасса приходятся на возраст 20–29 лет.

Популяционные значения минеральной плотности кости (МПК) поясничных позвонков у женщин Кемеровской области имели достоверные отличия от таковых в базе данных NHANES III, начиная с 30-летнего возраста. Таким образом, разработанная база данных МПК имеет региональные особенности и должна быть использована для расчёта Z-критерия для популяции женщин Кузбасса.

Учитывая, что не было выявлено различий пиковых значений костной массы у женщин двух сравниваемых популяций, согласно рекомендациям Международного общества клинической денситометрии, для расчёта T-критерия может быть использована база данных NHANES III.

Objective: to calculate Z scores for different age groups of women in the Kemerovo region, by relying on the developed database for two-dimensional bone mineral densities (BMD) of the lumbar vertebra and proximal femoral bone.

Material and methods. This given investigation analyzed 1504 results of dual-energy X-ray absorptiometry of the lumbar vertebra and proximal femoral bone in healthy women from the Kemerovo Region.

Results. The performed investigation revealed that the peak bone mass of the lumbar spine and proximal femoral bone in the Kuzbass women corresponded to that of 20–29-year olds.

In the women of the Kemerovo Region, the population-based lumbar vertebral BMDs significantly differed from those available in the NHANES III database starting from 30 years of age. Thus, the developed BMD database has regional features and must be used to calculate a Z score for the female population of Kuzbass.

By taking into account the fact that there were no differences in the peak body mass values of the women in the two compared groups in accordance of the guidelines of the International Society for Clinical Densitometry; the NHANES III database may be used to estimate a T score.

Введение

Остеопороз занимает ведущее место в структуре неинфекционных заболеваний во всём мире. В Европе 22 млн женщин и 5,5 млн мужчин в возрасте 50 лет и старше имеют данную патологию [1]. В России по результатам проведённого аудита у 34 млн человек

имеется высокий риск остеопоротических переломов [2]. У женщин остеопоротические изменения возникают достоверно чаще, чем у мужчин.

В диагностике остеопороза важное значение имеют лучевые методы, основанные на определении минеральной плотности кост-

Ключевые слова:

остеопороз, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, минеральная плотность кости

Index terms:

osteoporosis, dual-energy X-ray absorption, bone mineral density

ти (МПК). С целью изучения двухмерной минеральной плотности применяется двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (dual-energy X-ray absorptiometry – DXA). В настоящее время для интерпретации результатов измерения МПК методом DXA у женщин рекомендуется использовать не абсолютные показатели, а рассчитанные в зависимости от возраста Z- или T-критерии, при вычислении которых используются показатели референтной базы данных, заложенной в денситометр фирмой-производителем.

В возрасте до 50 лет у женщин применяется Z-критерий, представляющий количество стандартных отклонений (SD) от среднего показателя (M) минеральной плотности кости для лиц аналогичного возраста. Уровень МПК считается ниже ожидаемого для соответствующего возраста, если Z-критерий составляет $-2,0$ или ниже. Если заложенные в денситометрическую систему значения референтной базы отличаются от популяционных показателей конкретного региона, возникает снижение диагностической точности.

Начиная с 50-летнего возраста рекомендуется использовать T-критерий – количество стандартных отклонений от среднего показателя пика костной массы молодых женщин. Считается, что показатели МПК находятся в пределах нормы, если T-критерий соответствует значениям от $+2,5$ до -1 SD относительно пиковой костной массы. Если T-критерий находится в промежутке от -1 до $-2,4$ SD от пиковых значений костной массы, в этом случае делается заключение о низкой костной плотности (остеопении). При остеопорозе T-критерий соответствует значению $-2,5$ SD и ниже [3, 4].

В большинстве денситометрических систем используется база данных National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), основанная на исследовании американской попу-

ляции [5]. По этой причине диагностическая точность денситометрического исследования в других популяциях без учёта местных региональных особенностей снижается, что требует создания популяционных баз данных МПК для различных регионов.

Согласно рекомендациям Международного общества клинической денситометрии (The International Society for Clinical Densitometry) T-критерий необходимо рассчитывать на основании базы данных NHANES III [5]. В то же время расчёт Z-критерия рекомендуется проводить по референтной базе для конкретной популяции [6].

С целью диагностики остеопороза проводится денситометрия поясничного отдела позвоночника L_1-L_4 , проксимального отдела бедренной кости, а также периферических отделов скелета (кости предплечья).

При исследовании позвоночника необходимо проводить оценку минеральной плотности кости не менее двух поясничных позвонков; возможно следующее сочетание: L_1-L_2 , L_1-L_3 , L_1-L_4 , L_2-L_3 , L_2-L_4 , L_3-L_4 . В то же время в практической деятельности чаще используются только показатели МПК второго–четвёртого (L_2-L_4) или первого–четвёртого (L_1-L_4) позвонков. При денситометрии бедренной кости, как правило, определяют минеральную плотность шейки бедра (Neck) или/и общую плотность проксимального отдела бедренной кости (Total hip). Области Варда и большого вертела в диагностике остеопороза обычно не используются [7].

На скорость потери костной массы оказывает влияние совокупность экзо- и эндогенных факторов, включая особенности региона, в котором проживает пациент (географическая расположенность, влияние факторов внешней среды, популяционная, этническая характеристика) [8]. Кемеровская область характеризуется высоким уровнем заболе-

ваемости по различным нозологиям, включая патологию костной системы [9, 10]. В связи с этим создание региональной базы данных показателей минеральной плотности кости, сформированной на основе проведённой DXA у здоровых женщин Кузбасса, будет способствовать более точной оценке результатов костной денситометрии.

Цель исследования – на основании разработанной базы данных показателей двухмерной минеральной плотности поясничных позвонков и проксимального отдела бедренной кости рассчитать Z-критерии для женщин Кемеровской области различных возрастных групп.

Материал и методы

Проведено исследование минеральной плотности поясничных позвонков и проксимального отдела бедренной кости методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии у 1504 женщин европеоидной расы, проживающих в Кемеровской области.

При выполнении исследования соблюдались этические нормы в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г., а также «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266.

Критериями включения в исследование явились: длительность проживания женщины в Кузбассе не менее 10 лет, европеоидная раса, отсутствие заболеваний, приводящих к формированию остеопороза; согласие женщины на проведение костной денситометрии.

Критериями исключения были: длительность проживания в Кемеровской области менее 10 лет, курение, наличие заболеваний, приводящих к формированию вторичного остеопороза; приём препаратов гормональной

контрацепции, заместительной гормональной терапии; приём лекарственных средств, приводящих к формированию остеопороза; отсутствие согласия женщины на проведение исследования.

Рентгеновская денситометрия осуществлялась с помощью комплекса Lunar-DPX-NT. Областью интереса явились первый–четвёртый поясничные позвонки и проксимальный отдел бедренной кости.

Женщины были распределены на следующие возрастные группы: 16–19 лет ($n=74$), 20–29 лет ($n=178$), 30–39 лет ($n=244$), 40–49 лет ($n=301$), 50–59 лет ($n=275$), 60–69 лет ($n=207$), 70–79 лет ($n=123$), 80 лет и старше ($n=102$).

Статистическая обработка проводилась с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 6.1. Определялись среднее значение (М) минеральной плотности кости и стандартное отклонение

(SD) для каждой возрастной группы.

Стандартизация и адаптация показателей МПК поясничных позвонков в зависимости от денситометрической системы проводилась на основании следующих формул [11, 12]:

– для костного денситометра Lunar: стандартизированная МПК = $0,9683 \times (\text{МПК}_{\text{Lunar}} - 1,100) + 1,0436$;

– для костного денситометра Hologic: стандартизированная МПК = $1,0550 \times (\text{МПК}_{\text{Hologic}} - 0,972) + 1,0436$.

Стандартизация и адаптация показателей МПК проксимального отдела бедренной кости в зависимости от денситометрической системы проводилась на основании следующих формул [13]:

– для костного денситометра Lunar: стандартизированная МПК = $0,939 \times \text{МПК}_{\text{Lunar}} - 0,023$;

– для костного денситометра Hologic: стандартизированная МПК = $1,087 \times \text{МПК}_{\text{Hologic}} + 0,019$.

Для сравнения двух групп использовался критерий Стьюдента. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты и обсуждение

На основании проведённого исследования была сформирована база популяционных показателей минеральной плотности поясничного отдела позвоночника и проксимального отдела бедренной кости (табл. 1, 2).

Согласно полученным данным, Z-критерий, равный, например, -2 SD, для поясничных позвонков соответствует показателям минеральной плотности кости: в возрастной группе 16–19 лет – $0,794$ г/см², для 20–29 лет – $0,823$ г/см², для 30–39 лет – $0,822$ г/см², для 40–49 лет – $0,784$ г/см².

На рисунке 1 приведена возрастная динамика МПК, соответствующая Z-критериям 0 и -2 ,

Таблица 1

Популяционные показатели минеральной плотности кости L_1-L_4 (г/см²) женщин Кузбасса (Lunar DXA Systems)

Параметр	Возрастная группа, лет							
	16–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69	70–79	80 и старше
М	1,126	1,177	1,174	1,144	1,083	1,040	0,989	0,980
SD	0,166	0,177	0,176	0,180	0,185	0,184	0,186	0,187
Z-критерий								
+2,5 SD	1,541	1,620	1,614	1,594	1,546	1,500	1,454	1,448
0 SD	1,126	1,177	1,174	1,144	1,083	1,040	0,989	0,980
-1 SD	0,960	1,000	0,998	0,964	0,898	0,856	0,803	0,793
-2 SD	0,794	0,823	0,822	0,784	0,713	0,672	0,617	0,606

Таблица 2

Популяционные показатели минеральной плотности проксимального отдела бедренной кости (г/см²) женщин Кузбасса (Lunar DXA Systems)

Параметр	Возраст, лет							
	16–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69	70–79	80 и старше
М	1,122	1,124	1,108	1,067	1,001	0,954	0,888	0,819
SD	0,139	0,131	0,143	0,139	0,153	0,141	0,137	0,133
Z-критерий								
+2,5 SD	1,470	1,452	1,466	1,415	1,384	1,307	1,231	1,152
0 SD	1,122	1,124	1,108	1,067	1,001	0,954	0,888	0,819
-1 SD	0,983	0,993	0,965	0,928	0,848	0,813	0,751	0,686
-2 SD	0,844	0,862	0,822	0,789	0,695	0,672	0,614	0,553

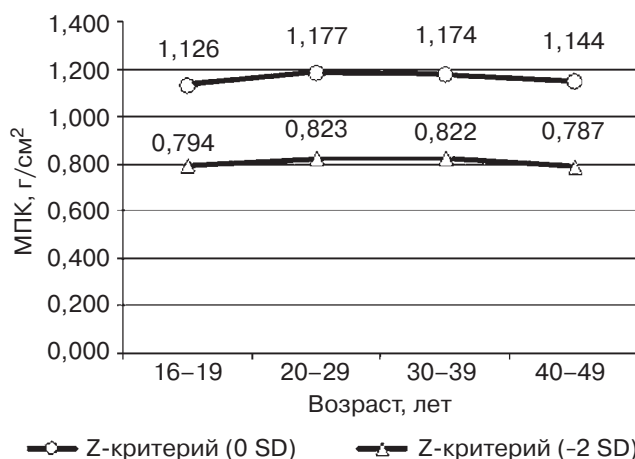


Рис. 1. Возрастная динамика МПК поясничных позвонков L₁–L₄ у женщин Кузбасса.

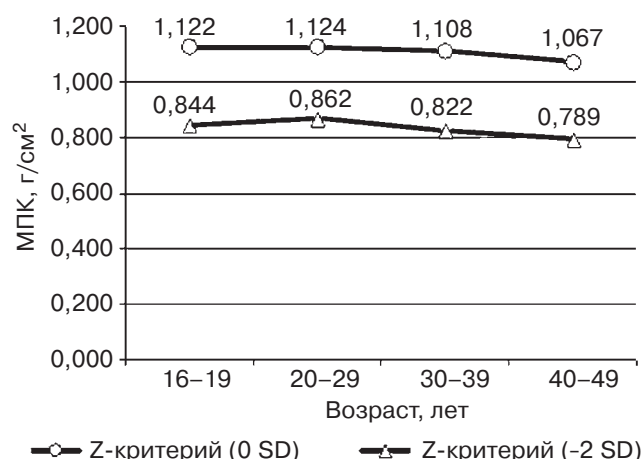


Рис. 2. Возрастная динамика МПК проксимального отдела бедренной кости у женщин Кузбасса.

Таблица 3

Сравнительная оценка популяционных показателей МПК (г/см²) поясничных позвонков L₁–L₄ женщин Кузбасса с референтными значениями базы данных NHANES III

Среднее значение МПК L ₁ –L ₄	Возраст, лет							
	16–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69	70–79	80 и старше
NHANES III	1,004	1,064	1,065	1,056	0,993	0,952	0,902	0,932
У женщин Кузбасса	0,996	1,043	1,040	1,012	0,956	0,917	0,870	0,862
p	0,5	0,06	0,02	0,001	0,001	0,007	0,07	0,001

Таблица 4

Сравнительная оценка популяционных показателей МПК (г/см²) проксимального отдела бедренной кости женщин Кузбасса с референтными значениями базы данных NHANES III

Средние значения МПК Total hip	Возраст, лет							
	16–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69	70–79	80 и старше
NHANES III	0,967	0,971	0,955	0,944	0,893	0,852	0,802	0,743
У женщин Кузбасса	0,973	0,975	0,961	0,925	0,868	0,828	0,771	0,711
p	0,7	0,7	0,6	0,06	0,03	0,03	0,03	0,04

для первого–четвёртого поясничных позвонков (L₁–L₄).

Для проксимального отдела бедренной кости Z-критерий, равный, например, –2 SD, соответствует показателям минеральной плотности кости: в возрастной группе 16–19 лет – 0,844 г/см², для 20–29 лет – 0,862 г/см², для 30–39 лет – 0,822 г/см², для 40–49 лет – 0,789 г/см². На рисунке 2 приведена возрастная динамика МПК, соответствующая Z-критериям 0 и –2, для проксимального отдела бедренной кости.

Для сравнительной оценки популяционных показателей женщин Кемеровской области с показателями базы данных NHANES III были проведены стандартизация значений минеральной плотности кости и перерасчёт для денситометрической системы Hologic.

При сравнении популяционных показателей МПК поясничных позвонков (L₁–L₄) было выявлено, что в возрастных группах 16–19 лет, 20–29 лет не наблюдалось достоверных отличий. Значимая разница значений МПК

отмечалась с периода 30–39 лет и старше (табл. 3).

Сравнение популяционных показателей минеральной плотности проксимального отдела бедренной кости в возрастных группах от 16 до 49 лет не выявило достоверных различий (табл. 4). Значимая разница МПК отмечалась после 50-летнего возраста.

Заключение

На основании результатов проведённого исследования было установлено, что пиковые значения костной массы поясничного

отдела позвоночника и проксимального отдела бедренной кости у женщин Кемеровской области соответствуют 20–30-летнему возрасту. В дальнейшем происходит неуклонное снижение показателей.

Популяционные значения МПК поясничных позвонков (L_1-L_4) у женщин Кузбасса имели достоверные отличия от базы данных NHANES III, начиная с 30-летнего возраста. Таким образом, разработанная база данных МПК имеет региональные особенности и должна быть использована для расчёта Z-критерия для популяции женщин Кемеровской области.

Учитывая, что не было выявлено различий пиковых значений костной массы у женщин двух сравниваемых популяций, согласно рекомендациям Международного общества клинической денситометрии, для расчёта T-критерия может быть использована база данных NHANES III.

Литература

1. Hernlund E., Svedbom A., Ivergard M., Compston J. et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Arch. Osteoporos.* 2013; 8: 136.
2. Лесняк О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в Российской Федерации. *Профилактическая медицина.* 2011; 2: 7–10.
3. Baim S., Binkley N., Bilezikian J.P. et al. Official positions of the International Society for Clinical Densitometry and Executive Summary of the 2007 ISCD Position Development Conference. *J. Clin. Densitom.* 2008; 11 (1): 75–91.
4. Kanis J.A. Assessment of bone mass. In: Assessment of osteoporosis. Ch. 3. Oxford: Blackwell Science; 1996: 226–78.
5. Lumbar spine and proximal femur bone mineral density, bone mineral content, and bone area: United States, 2005–2008. Data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Washington, DC, DHHS Publication №(PHS) 2012–1601. Series 11; 251.

6. These are the Official Positions of the ISCD as updated in 2013. Available at: <http://www.iscd.org/official-positions/2013-iscd-official-positions-adult> (accessed April 24, 2014).
7. Лесняк О.М., Беневоленская Л.И. (ред.) Остеопороз. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009.
8. Kaptoge S., Reid D.M., Scheidt-Nave C. et al. Geographic and other determinants of BMD change in European men and women at the hip and spine. A population-based study from the Network in Europe for Male Osteoporosis (NEMO). *Bone.* 2007; 40 (3): 662–73.
9. Глебова Л.А., Коськина Е.В., Бачина А.В., Чухров Ю.С. Оценка риска для здоровья населения в промышленных центрах Кузбасса. *Санитарный врач.* 2013; 7: 61–3.
10. Парамонова Е.С., Коськина Е.В., Глебова Л.А. Эколого-гигиенические проблемы Кемеровской области. *Охрана окружающей среды и природопользование.* 2013; 2: 42–5.
11. Hui S.L., Gao S., Zhou X.H., Johnston C.C. Jr, Lu Y., Gluer C.C. et al. Universal standardization of bone density measurements: a method with optimal properties for calibration among several instruments. *J. Bone Miner. Res.* 1997; 12: 1463–70.
12. Zhang Z.-Q., Ho S.C., Chen Z.-Q., Zhang C.-X., Chen Y.-M. Reference values of bone mineral density and prevalence of osteoporosis in Chinese adults. *Osteoporos Int.* 2014; 25 (2): 497–507.
13. Lu Y., Fuerst T., Hui S., Genant H.K. Standardization of bone mineral density at femoral neck, trochanter and Ward's triangle. *Osteoporos Int.* 2001; 12: 438–44.

References

1. Hernlund E., Svedbom A., Ivergard M., Compston J. et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Arch. Osteoporos.* 2013; 8: 136.
2. Lesnyak O.M. Osteoporosis audit in the Russian Federation. *Profilakticheskaya meditsina.* 2011; 2: 7–10 (in Russian).

3. Baim S., Binkley N., Bilezikian J.P. et al. Official positions of the International Society for Clinical Densitometry and Executive Summary of the 2007 ISCD Position Development Conference. *J. Clin. Densitom.* 2008; 11 (1): 75–91.
4. Kanis J.A. Assessment of bone mass. In: Assessment of osteoporosis. Ch. 3. Oxford: Blackwell Science; 1996: 226–78.
5. Lumbar spine and proximal femur bone mineral density, bone mineral content, and bone area: United States, 2005–2008. Data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Washington, DC, DHHS Publication №(PHS) 2012–1601. Series 11; 251.
6. These are the Official Positions of the ISCD as updated in 2013. Available at: <http://www.iscd.org/official-positions/2013-iscd-official-positions-adult> (accessed April 24, 2014).
7. Lesnyak O.M., Benevolenskaya L.I. (eds) Osteoporosis. Moscow: GEOTAR-Media; 2009 (in Russian).
8. Kaptoge S., Reid D.M., Scheidt-Nave C. et al. Geographic and other determinants of BMD change in European men and women at the hip and spine. A population-based study from the Network in Europe for Male Osteoporosis (NEMO). *Bone.* 2007; 40 (3): 662–73.
9. Glebova L.A., Kos'kina E.V., Bachina A.V., Chukhrov Yu.S. Risk for population health assessment in industrial centres of Kuzbass. *Sanitarnyy vrach.* 2013; 7: 61–3 (in Russian).
10. Paramonova E.S., Kos'kina E.V., Glebova L.A. Ecological and hygienic problems of the Kemerovo Region. *Okhrana okruzhayushchey sredy i prirodopol'zovanie.* 2013; 2: 42–5 (in Russian).
11. Hui S.L., Gao S., Zhou X.H., Johnston C.C. Jr, Lu Y., Gluer C.C. et al. Universal standardization of bone density measurements: a method with optimal properties for calibration among several instruments. *J. Bone Miner. Res.* 1997; 12: 1463–70.
12. Zhang Z.-Q., Ho S.C., Chen Z.-Q., Zhang C.-X., Chen Y.-M. Reference values of bone mineral density and prevalence of osteoporosis in Chinese adults. *Osteoporos Int.* 2014; 25 (2): 497–507.
13. Lu Y., Fuerst T., Hui S., Genant H.K. Standardization of bone mineral density at femoral neck, trochanter and Ward's triangle. *Osteoporos Int.* 2001; 12: 438–44.

Поступила 03.09.2014