

К УНИФИКАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИИ

Л.А. Низовцова, д. м. н., профессор, заместитель руководителя экспертного отдела

С.П. Морозов, д. м. н., профессор, директор

А.В. Петряйкин, к. м. н., доцент, вед. науч. сотр.

В.Ю. Босин, д. м. н., профессор, руководитель экспертного отдела

К.А. Сергунова, руководитель отдела мониторинга технического контроля

А.В. Владзимирский, д. м. н., заместитель директора по научной работе

М.Ю. Шантаревич, методист-стажер

ГБУЗ «Научно-практический центр медицинской радиологии

Департамента здравоохранения города Москвы»,

ул. Средняя Калитниковская, 28, стр. 1, Москва, 109029, Российская Федерация

ON THE UNIFICATION OF BONE DENSITOMETRY AND INTERPRETATION OF ITS RESULTS

L.A. Nizovtsova, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Head of Expert Department;
orcid.org/0000-0002-9614-4505

S.P. Morozov, Dr. Med. Sc., Professor, Director; orcid.org/0000-0001-6545-6170

A.V. Petryaykin, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Leading Researcher;
orcid.org/0000-0003-1694-4682

V.Yu. Bosin, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Expert Department;
orcid.org/0000-0002-4619-2744

K.A. Sergunova, Head of Department of Monitoring of Technical Control;
orcid.org/0000-0002-9596-7278

A.V. Vladzimirskiy, Dr. Med. Sc., Deputy Director for Research;
orcid.org/0000-0002-2990-7736

M.Yu. Shantarevich, Methodologist-Trainee; orcid.org/0000-0002-4518-4451

Scientific and Practical Center of Medical Radiology of the Department of Health of Moscow,
ul. Srednyaya Kalitnikovskaya, 28, stroenie 1, Moscow, 109029, Russian Federation

Приведены данные о значимости остеопороза, существующих подходах к диагностике, особенностях методики выполнения двухэнергетической абсорбционной остеоденситометрии, определении основных денситометрических показателей: T- и Z-критериев, а также их интерпретации с прогнозированием вероятности возникновения переломов костей. Отмечена необходимость проведения популяционных исследований в России для создания нормативной базы минеральной плотности костной ткани с учетом возрастных, гендерных различий и других факторов, влияющих на состояние костной структуры. Обсуждается понятие «порог вмешательства», определяющее диагностическую и лечебную тактику в зависимости от принадлежности больного к той или иной группе риска. По результатам опросов, проведенных среди врачей-рентгенологов, сделан вывод о недостаточной информированности большей части специалистов по проблеме остеопороза, его диагностике, профилактике и лечению.

Ключевые слова: остеопороз; T-критерий; Z-критерий; двухэнергетическая абсорбционная остеоденситометрия; фактор fracture risk assessment tool.

Для цитирования: Низовцова Л.А., Морозов С.П., Петряйкин А.В., Босин В.Ю., Сергунова К.А., Владзимирский А.В., Шантаревич М.Ю. К унификации выполнения и интерпретации

The paper gives data on the importance of osteoporosis, existing approaches to its diagnosis, the specific features of a dual-energy X-ray absorption procedure to measure bone density, the determination of main densitometric indicators, such as a T-score and a Z-score, as well as their interpretation, by predicting the probability of bone fractures. It shows the need for population-based studies in Russia to set up a normative bone mineral density base with regard to age- and gender-related differences and other factors influencing the bone structure. The concept of a threshold for intervention is discussed, which determines diagnostic and therapeutic tactics depending on what risk group a patient belongs to. It is noted that the surveys conducted among radiologists have indicated that most specialists are poorly aware of the problem of osteoporosis, its diagnosis, prevention, and treatment.

Index terms: osteoporosis; T-score; Z-score; dual-energy X-ray absorptiometry; factor fracture risk assessment tool.

For citation: Nizovtsova L.A., Morozov S.P., Petryaykin A.V., Bosin V.Yu., Sergunova K.A., Vladzimirskiy A.V., Shantarevich M.Yu. On the unification of bone densitometry and interpretation of its results. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2018;

В публикациях последнего времени, посвященных исследованиям распространенности остеопороза, отмечается актуальность определения минеральной плотности костной ткани с помощью двухэнергетической абсорбционной остеоденситометрии (Dual-energy X-ray Absorptiometry – DXA).

Проведенный авторами данного исследования блиц-опрос практикующих врачей-рентгенологов по информированности о методе DXA и интерпретации автоматически рассчитываемых при этом параметров показал весьма неутешительные результаты. Абсолютное большинство респондентов, независимо от наличия личного опыта применения DXA, обнаружили недостаточную информированность о сути денситометрических показателей, их взаимосвязи с возрастным и гендерным факторами, а также о структуре протокола DXA и заключения. Полученная таким образом информация определила целесообразность данного исследования.

В 1994 г. Всемирная организация здравоохранения официально выделила остеопороз как самостоятельное заболевание, характерными симптомами которого являются снижение количества минерального вещества в кости и, как следствие, частичная потеря ее прочности и повышение риска переломов.

В настоящее время остеопороз, по данным многочисленных многопрофильных исследований, занимает четвертое место в мире по распространенности («конкурируя» с сахарным диабетом) после сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний и внезапной смерти (различ-

ной этиологии). По данным Минздрава РФ (2016 г.), в России среди лиц в возрасте 50 лет и старше остеопороз выявляется у 34% женщин и 27% мужчин, а частота остеопении составляет 43 и 44% соответственно [1]. Установлено, что остеопороз развивается медленно и нередко выявляется только после переломов костей, поэтому его называют «скрытой эпидемией» или «молчаливым заболеванием» [2, 3].

Многоцентровые исследования прочность кости интегрирована в двух показателях: минеральной плотности костной ткани (МПКТ), определяемой денситометрически, и качественной оценке кости, основанной на характеристиках структур кости, уровне обмена, наличии повреждений и др. Была выявлена корреляция распространенности переломов с низкими показателями МПКТ поясничного отдела позвоночника и проксимальных отделов бедренных костей (уровень доказательности А) [4–6].

Индивидуальная МПКТ (bone mineral density – BMD) в современной клинической практике сравнивается с референсной базой данных рентгеновской остеоденситометрии по результатам наиболее распространенной ее методики – DXA. Рентгеновское излучение при DXA невелико (0,03 мЗв на 1 скан) и, согласно прилагаемым к аппаратам инструкциям изготовителей, не требует специальных мер радиационной безопасности.

Результаты DXA при измерении МПКТ являются «золотым стандартом» неинвазивной диагностики остеопороза [4, 7].

Наиболее информативный метод оценки МПКТ – с использо-

ванием T- и Z-критериев [4, 5, 7–10]. В основу классификации ВОЗ для диагностики остеопороза положена величина стандартного отклонения от соответствующего среднего значения МПКТ бедра, поясничного отдела позвоночника или предплечья в контрольной популяции [8]. В рекомендациях ВОЗ не указаны ни число участков скелета, в которых следует проводить диагностическую денситометрию, ни зоны интереса в пределах каждого участка.

T-критерий представляет собой стандартное отклонение выше или ниже показателя пика костной массы у молодых женщин в возрасте 20–29 лет. Рекомендуемый референсный интервал получен из базы данных третьего Национального исследования состояния здоровья и питания (NHANES, США, 2003–2016).

Хотя существуют отдельные нормативные базы для мужчин и женщин, NHANES рекомендуется использовать единую базу данных для лиц обоего пола, так как при одном и том же T-критерии, согласно NHANESIII, риск переломов не отличается [7, 10]. T-критерий используется для женщин в постменопаузе и мужчин старше 50 лет. Классификация ВОЗ по денситометрической диагностике остеопороза, предложенная в 1994 г., не пересмотрена до настоящего времени, но в 2003 г. изменения и дополнения были внесены [8]. Рекомендации, касающиеся показаний к проведению денситометрии, ограничивались популяцией женщин в постменопаузе [11].

Международное общество по клинической денситометрии (International Society for Clinical Densitometry – ISCD) рекомен-

дует вместо Т-критерия использовать скорректированный по этническому и расовому признаку Z-критерий. Он представляет собой стандартное отклонение от средних показателей, значения которого -2,0 и ниже следует интерпретировать как «низкая МПКТ для хронологического возраста» или «ниже ожидаемых по возрасту значений», а выше -2,0 – «в пределах ожидаемых по возрасту значений» [3, 8]. Показатели DXA служат критериями включения в подавляющее большинство клинических исследований по диагностике остеопороза, учитываются при рекомендации терапевтических схем, оценке эффективности лечения, прогнозировании вероятности переломов [4–6, 10].

По мере все более широкого применения денситометрии для диагностики остеопороза и оценки риска переломов наметились расхождения в интерпретации получаемых разными исследователями результатов, что отрицательно сказывается на качестве медицинской помощи. Для устранения расхождений, совершенствования подходов к интерпретации и представлению данных о минеральной плотности костной ткани ISCD была проведена конференция с целью выработки согласованных позиций с участием специалистов, представителей общественности, производителей аппаратуры и других заинтересованных сторон (25–27 июля 2003 г., Цинциннати, штат Огайо). Подобные конференции с пересмотром рекомендаций проводятся один раз в 2–3 года [4, 5, 9, 12].

В 2003 г. на конференции Советом директоров ISCD в качестве официального документа были одобрены методические рекомендации, разработанные с учетом:

- показаний к денситометрии;
- справочной базы данных по Т- и Z-критериям;
- результатов клинического применения денситометрии костей осевого и периферического скелета;

– данных по оценке точности и воспроизводимости результатов измерений на денситометре;

– сканирования фантома и калибровки;

– требований к представлению результатов, номенклатуры и диагностики остеопороза у женщин в пре- и постменопаузе, у мужчин и детей.

Полный обзор материалов и принятых решений был опубликован вице-президентом ISCD S.M. Petak (Texas Institute for Reproductive Medicine and Endocrinology, Houston, TX, USA) в 2004 г.

Комиссией по согласованию позиций ISCD отмечено, что используемая в медицинской литературе и повседневной клинической работе денситометрическая терминология отличается крайней непоследовательностью. Для облегчения взаимопонимания с коллегами и пациентами ISCD рекомендовано всегда использовать:

– ДРА (рус.) и DXA (англ.) вместо ДЭРА и ДЕХА соответственно;

– Т-критерий вместо T критерия, t-критерия или t критерия;

– Z-критерий вместо Z критерия, z-критерия или z критерия.

ISCD предложены показания для взрослых людей обоого пола [9]. Денситометрия рекомендована следующим группам пациентов:

– женщины в возрасте 65 лет и старше;

– женщины в постменопаузе моложе 65 лет при наличии факторов риска;

– мужчины в возрасте 70 лет и старше;

– взрослые лица с остеопоротическим переломом;

– взрослые с заболеванием или состоянием, сопровождающимся уменьшением костной массы или утратой кости;

– все лица при назначении медикаментозной терапии, ятрогенной в отношении потери массы кости;

– все пациенты, получающие антиостеопоротическое лечение для контроля его эффективности;

– все лица, еще не получающие лечения, но которым оно может потребоваться в случае снижения костной массы.

В соответствии с этими рекомендациями денситометрия показана также женщинам, прекращающим прием эстрогенов.

Комиссия по согласованию позиций ISCD приняла следующие рекомендации по методике выполнения исследования:

1. *Участки скелета, в которых проводятся измерения:*

– позвоночник в заднепередней проекции и проксимальные отделы бедренной кости – у всех пациентов;

– предплечье – при следующих обстоятельствах:

а) невозможность денситометрии бедра и/или позвоночника либо интерпретации ее результатов;

б) наличие гиперпаратиреоза;

в) выраженный избыток массы тела (выше допустимого для DXA).

2. *Зоны интереса в позвоночнике:*

– позвонки 1–4 поясничного отдела, при этом измеряют МПКТ всех поясничных позвонков, за исключением имеющих локальные структурные изменения или артефакты; при невозможности денситометрии четырех позвонков – измеряют МПКТ трех, а при невозможности денситометрии трех позвонков – измеряют МПКТ двух;

– денситометрия позвоночника в боковой проекции не имеет диагностической ценности, но может быть использована с целью мониторинга.

3. *Зоны интереса в бедренной кости:*

– проксимальный отдел, шейка или вертел (выбирают минимальный показатель МПКТ);

– измерение МПКТ проводят на любой ноге;

– зона Варда не пригодна для диагностической денситометрии.

Возможность использования среднего T-критерия для проксимальных отделов обеих бедер в диагностических целях не установлена из-за недостатка соответствующих данных. Среднюю величину МПКТ можно использовать с целью мониторинга (желательно по результатам денситометрии всего проксимального отдела бедра – Totalhip).

4. Зона интереса в предплечье:

– с целью диагностики выполняют денситометрию средней трети лучевой кости;

– не рекомендуется использовать результаты измерений в других отделах предплечья.

Предложенная ВОЗ классификация МПКТ для диагностики остеопороза базируется на результатах одномоментных исследований кавказоидных (белых) женщин в постменопаузе, в ходе которых выявлена тесная корреляция между МПКТ, измеряемой с помощью DXA, и риском переломов по фактору FRAX (Fracture risk assessment tool) на протяжении жизни [6, 9, 10]. В других популяциях взаимосвязь между МПКТ и риском переломов далеко не столь очевидна. Поэтому достоверность диагноза остеопороза на основании только T-критерия значительно ниже. Это обстоятельство учитывалось в рекомендациях ISCD по диагностике остеопороза у женщин в пре- и постменопаузе, мужчин и детей.

Диагностика у женщин в постменопаузе. Рекомендуется использовать классификацию Всемирной организации здравоохранения:

– норма: T-критерий $-1,0$ или выше;

– остеопения: T-критерий между $-1,0$ и $-2,5$;

– остеопороз: T-критерий $-2,5$ или ниже.

Выбирают минимальную величину T-критерия, полученную при денситометрии позвоночника в заднепередней проекции, всего бедра, его шейки и большого вертела либо средней трети лучевой кости.

Диагностика у мужчин (20 лет и старше). Классификация ВОЗ при интерпретации DXA используется не полностью:

– для мужчин в возрасте 65 лет и старше используют T-критерий, а диагноз остеопороза ставят, когда T-критерий равен $-2,5$ или ниже;

– для мужчин в возрасте от 50 до 65 лет T-критерий может быть использован для установления диагноза остеопороза, если он ниже $-2,5$ и имеются другие факторы риска переломов;

– у мужчин любого возраста при наличии причин для вторичного остеопороза диагноз остеопороза ставят на основании клинических показателей (терапия глюкокортикоидами, гипогонадизм, гиперпаратиреоз) и подтвержденной низкой МПКТ;

– у мужчин моложе 50 лет диагноз остеопороза не рекомендуется ставить на основании только денситометрических показателей.

Диагностика у женщин в пременопаузе (от 20 лет до менопаузы). Классификация ВОЗ неприменима для здоровых женщин в пременопаузе.

При интерпретации DXA:

– используют Z-критерий, а не T-критерий;

– диагноз остеопороза ставят при наличии вторичных причин низкой МПКТ (терапия глюкокортикоидами, гипогонадизм, гиперпаратиреоз) либо факторов риска переломов;

– у женщин в пременопаузе диагноз остеопороза нельзя ставить на основании только денситометрических показателей.

Диагностика у детей и подростков обоего пола в возрасте до 20 лет. Комиссия по согласованию позиций ISCD отмечает, что классификация МПКТ, предложенная ВОЗ, неприменима для детей.

При интерпретации DXA:

– используют Z-критерий, а не T-критерий;

– T-критерий не учитывается при DXA и не включается в историю болезни;

– диагноз остеопороза нельзя ставить на основании только денситометрических показателей;

– если Z-критерий менее $-2,0$, используют определение «низкая плотность костной ткани для данного хронологического возраста»;

– величину Z-критерия интерпретируют в сравнении с наилучшей доступной базой данных для здоровых детей сопоставимого возраста (эти нормативные значения должны быть указаны в денситометрическом протоколе);

– проводится денситометрия позвоночника и всего тела;

– показатели МПКТ для прогнозирования риска переломов у детей точно не определены;

– отсутствуют общепринятые стандарты для коррекции МПКТ или костного минерального содержания с учетом таких факторов, как размер костей, фаза пубертатного периода, стадия формирования скелета и состав тела; сведения о проведенной коррекции заносят в историю болезни;

– повторные измерения МПКТ проводят с использованием одного и того же аппарата, способа сканирования, программного обеспечения и методики анализа результатов; в связи с ростом ребенка возможны отступления от этого требования;

– любое отклонение от стандартного протокола для взрослых пациентов (программное обеспечение для оценки низкой МПКТ, выделение вручную зон интереса) фиксируется в истории болезни.

Диагностика остеопороза является предметом внимания лечебных и научных учреждений Минздрава и профессиональных сообществ Российской Федерации.

Методические рекомендации «Возможности костной рентгеновской денситометрии в клинической практике» изданы ГНИЦ профилактической медицины совместно с ФНКЦ гематологии, онкологии и иммунологии в 2015 г. [4]. Предлагаемые поло-

жения в основном соответствуют рекомендациям ISCD. Документ содержит показания к проведению DXA, основанные на рекомендациях Комиссии по согласованию позиций ISCD (2005 г.). Не умаляя высокой практической и информационной значимости изданных клинических рекомендаций, обратим внимание на предлагаемую оценку результатов DXA в когортных группах (термин «когорты» используется в медицине для обозначения группы субъектов, объединенных какими-либо признаками). Авторы отмечают, что в модификациях приборов, работающих на принципе DXA, «базы нормативных данных, которыми комплектуются приборы, составлены для этнических групп населения США и существенно отличаются от популяции Московского региона» [4].

По нашему мнению, показатели МПКТ жителей Московского региона могут иметь другие нормативные значения. Это отразилось и в заключении ISCD об отсутствии очевидной взаимосвязи между МПКТ и риском переломов в других популяциях, отличных от указанных в рекомендациях ВОЗ.

Клинические рекомендации «Остеопороз» изданы в 2016 г. Российской ассоциацией эндокринологов при участии ряда профессиональных ассоциаций РФ [5].

К сожалению, некоторые эпидемиологические исследования по остеопорозу хотя и включают изучение многих клинических и лабораторных показателей, но не учитывают значимость DXA и МПКТ в диагностике остеопороза и остеопении. Рекомендации использования модели расчета показателя FRAX как инструмента оценки риска переломов костей также не всегда включают данные DXA. Вместе с тем диагностика первичного остеопороза, как отмечено в рекомендациях, должна быть обоснована наличием низкотравматического

перелома, снижения МПКТ или совокупности факторов риска.

Российской ассоциацией по остеопорозу была предложена точка терапевтического вмешательства на основании статистических данных FRAX, полученных из травматологических клиник в городах Ярославле и Первоуральске. По данным независимого Российского когортного исследования, выбранная по FRAX точка вмешательства для российской популяции значительно уступает чувствительности рентгеновской денситометрии [6, 7]. Необходимо отметить, что отчетственные исследования, проведенные в основу разработки FRAX, при которых точка вмешательства оценивалась, не обладают достаточной статистической мощностью, соответствующей подобным исследованиям на уровне страны в Великобритании или других европейских странах.

При этом авторы клинических рекомендаций по остеопорозу [4, 9] отмечают, что применение усредненной по пяти странам (с различной вероятностью переломов) европейской точки вмешательства может быть оправданным до получения более достоверных данных в российской популяции. Выбор порога вмешательства зависит также от доступности денситометрии. Отмечено, что для стран, где количество денситометров меньше 1 на миллион населения, можно говорить об их недостаточном количестве. В таком случае целесообразно выделить группу пациентов со средним риском, для которых денситометрия будет оптимальной, в то время как лиц с низким или заведомо высоким риском переломов направлять на денситометрию не нужно. Таким образом, появляется понятие точки вмешательства, нижнего и верхнего порога вмешательства. Как отмечено в приведенных рекомендациях, пациенты, которые попадают в группу выше верхнего порога вмешательства, должны быть направле-

ны на лечение, а те лица, у которых вероятность перелома ниже нижнего порога вмешательства, в лечении не нуждаются. Пациенты с вероятностью переломов между нижним и верхним порогом вмешательства должны быть направлены на рентгеновскую остеоденситометрию, и у них вероятность перелома должна оцениваться в зависимости от результата денситометрии шейки бедра.

В связи с тем, что собственная нормативная база показателей DXA в России отсутствует, актуальной задачей является проведение когортных исследований по оценке зависимости МПКТ от возрастных и гендерных различий, расовой принадлежности и других факторов, влияющих на состояние костной структуры: региона проживания (с учетом количества солнечных дней в году, что связано с накоплением витамина D в организме), характера питания (преимущественное потребление рыбы, овощей и фруктов, или особенности национальной кухни). Не исключено, что полученные в таком популяционном исследовании результаты позволят составить дифференцированную российскую нормативную базу показателей минеральной плотности костной ткани, сопоставить полученные нормативы с данными европейских исследований и рекомендациями ВОЗ. Разработка инструмента оценки риска переломов FRAX, с учетом показателей DXA, обеспечит повышение эффективности лечебных и профилактических мероприятий при остеопорозе.

Разработанные таким образом дифференцированные когортные стандарты двухэнергетической абсорбционной остеоденситометрии будут способствовать повышению эффективности диагностики остеопороза, проведения денситометрических исследований с максимальной пользой для пациента и станут эффективным инструментом для выявления лиц с повышенной вероятностью остеопоротических переломов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Никитинская О.А., Демин Н.В., Торопцова Н.В. Прогнозирование остеопоротических переломов у женщин в менопаузе с использованием алгоритма FRAX® и денситометрического исследования. *Остеопороз и остеопатии*. 2016; 2: 29. [Nikitinskaya O.A., Demin N.V., Toroptsova N.V. Prediction of osteoporotic fractures in menopausal women using the FRAX® algorithm and densitometric study. *Osteoporoz i Osteopatii (Osteoporosis and Osteopathy, Russian journal)*. 2016; 2: 29 (in Russ.).]
2. Яблuchанский Н.И., Лысенко Н.В. Остеопороз. Тихая эпидемия. Харьков; 2011. [Yabluchanskiy N.I., Lysenko N.V. Osteoporosis. Silent epidemic. Kharkov; 2011 (in Russ.).]
3. Gordon C.M., Bachrach L.K., Carpenter T.O., Crabtree N., El-Hajj Fuleihan G., Kutilek S. et al. Dual energy X-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: the 2007 ISCD pediatric official positions. *J. Clin. Densitom.* 2008; 11 (1): 43–58.
4. Скрипникова И.А., Щеплягина Л.А., Новиков В.Е., Косматова О.В., Абилова А.С. Возможности костной рентгеновской денситометрии в клинической практике: Методические рекомендации. Изд. 2-е, доп. М.; 2015. [Skripnikova I.A., Shcheplyagina L.A., Novikov V.E., Kosmatova O.V., Abirova A.S. The possibilities of bone X-ray densitometry in clinical practice: Guidelines. 2nd Ed. Moscow; 2015 (in Russ.).]
5. Дедов И.И., Мельниченко Г.А. Остеопороз: Клинические рекомендации. М.; 2016. [Dedov I.I., Mel'nichenko G.A. Osteoporosis: Clinical guidelines. Moscow; 2016 (in Russ.).]
6. Лесняк Ю.Ф., Лесняк О.М. Определение показаний (прескрининг) для денситометрического исследования – путь к снижению затрат на диагностику остеопороза. *Остеопороз и остеопатии*. 2002; 3: 20–3. [Lesnyak Yu.F., Lesnyak O.M. Definition of evidence (prescreening) for densitometric studies – the path to cost reduction on the diagnosis of osteoporosis. *Osteoporoz i Osteopatii (Osteoporosis and Osteopathy, Russian journal)*. 2002; 3: 20–3 (in Russ.).]
7. Лесняк О.М., Беневоленская Л.И. (ред.). Остеопороз: Клинические рекомендации. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. [Lesnyak O.M., Bonevolenskaya L.I. (Eds) Osteoporosis: Clinical guidelines. 2nd Ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2009 (in Russ.).]
8. Родионова С.С., Морозов А.К. Возможности и ошибки неинвазивной количественной оценки массы костной ткани для диагностики остеопороза. *Остеопороз и остеопатии*. 2005; 1: 41–5. [Rodionova S.S., Morozov A.K. Possibilities and errors of non-invasive quantitative assessment of bone mass for the diagnosis of osteoporosis. *Osteoporoz i Osteopatii (Osteoporosis and Osteopathy, Russian journal)*. 2005; 1: 41–5 (in Russ.).]
9. Петак С.М. Денситометрия: интерпретация результатов исследования. Методические указания Международного общества клинической денситометрии. *Остеопороз и остеопатии*. 2004; 2: 11–3. [Petak S.M. Densitometry: interpretation of research results. Guidelines of the International Society of Clinical Densitometry. *Osteoporoz i Osteopatii (Osteoporosis and Osteopathy, Russian journal)*. 2004; 2: 11–3 (in Russ.).]
10. Interpretation and use of FRAX in clinical practice from the International Society for Clinical Densitometry and International Osteoporosis Foundation. Boston; 2010.
11. Захаров И.С., Колпинский Г.И., Ушакова Г.А., Ушаков А.В., Ван В.Ч., Мигаль О.В., Архарова О.М. Распространенность остеопенического синдрома у женщин в менопаузе. *Медицина в Кузбассе*. 2014; 3: 32–6. [Zakharov I.S., Kolpinskiy G.I., Ushakova G.A., Ushakov A.V., Wang W.-Ch., Migal O.V., Arkharova O.M. Prevalence of osteopenic syndrome in postmenopausal women. *Meditsina v Kuzbasse (Medicine in Kuzbass, Russian journal)*. 2014; 3: 32–6 (in Russ.).]
12. Watts N.B., Bilezikian J.P., Camacho P.M., Greenspan S.L., Harris S.T., Hodgson S.F. et al. American Association of clinical endocrinologists medical Guidelines for clinical practice for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. (AAACE Postmenopausal Osteoporosis Guidelines). *Endocrinol. Pract.* 2010; 16 (Suppl. 3).
13. Гависова А.А., Бурдули А.Г., Ольховская М.А. Остеопороз у молодых женщин. *Остеопороз и остеопатии*. 2010; 2: 12–4. [Gaviso-va A.A., Burduli A.G., Ol'khovskaya M.A. Osteoporosis in young woman. *Osteoporoz i Osteopatii (Osteoporosis and Osteopathy, Russian journal)*. 2010; 2: 12–4 (in Russ.).]
14. Bansal S.C., Khandelwal N., Rai D.V., Sen R., Bhadada S.K., Sharma K.A., Yoswami N. Comparison between the QCT and the DEXA scanners in the evaluation of BMD in the lumbar spine. *J. Clin. Diagn. Res.* 2011; 5 (4): 694–9.