



О. А. Никитинская

## В помощь практикующему врачу: возможность мониторинга лечения остеопороза при исследовании минеральной плотности кости на разных аксиальных денситометрах



Н. В. Торопцова

**О. А. Никитинская**, к. м. н., с. н. с. лаборатории по остеопорозу  
**Н. В. Торопцова**, д. м. н., зав. лабораторией по остеопорозу

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии имени  
В. А. Насоновой», г. Москва

**To help practitioner: monitoring treatment of osteoporosis in study of bone mineral density on different axial densitometers**

O. A. Nikitinskaya, N. V. Toroptsova

V. A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia

### Резюме

«Золотым стандартом» диагностики остеопороза признана двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия. Этот метод используется не только для исходной оценки состояния МПК, но и для дальнейшего мониторинга лечения или профилактических мероприятий. Он позволяет сравнивать данные больного при последовательных измерениях в ходе длительного наблюдения, однако проводить оценку результатов исследований в динамике на приборах разных производителей без стандартизации показателей или введения поправочных коэффициентов невозможно. В работе представлен простой способ пересчета T-критерия, полученного на аппарате Деххум 3 (OsteoSys, Южная Корея), для возможности его сравнения с аналогичным показателем костного денситометра Lunar Prodigy (GE Healthcare, США).

Ключевые слова: **практикующий врач, остеопороз, минеральная плотность кости, T-критерий.**

### Summary

Dual-energy X-ray absorptiometry is recognized as the 'gold standard' for the diagnosis of osteoporosis. This method is used not only for the initial assessment of the state of the IPC, but also for further monitoring of treatment or preventive measures. It allows you to compare the data of a patient with successive measurements during a long observation. However, it is impossible to evaluate the results of studies in dynamics on devices of different manufacturers without standardizing indicators or introducing correction factors. A simple method for recalculating the T-score obtained on a Dexxum 3 apparatus (OsteoSys, South Korea) is presented in order to compare it with a similar indicator of a bone densitometer Lunar Prodigy (GE Healthcare, USA).

Key words: **practitioner, osteoporosis, bone mineral density, T-score.**

Остеопороз (ОП) — заболевание, связанное со снижением минеральной плотности кости (МПК) и ухудшением ее качества, которые приводят к повышению риска переломов. Различные факторы комплексно влияют на риск возникновения переломов при ОП, но только для небольшого количества из них были получены доказательства их самостоятельного, независимого от других имеющихся признаков, значения для увеличения вероятности перелома. Костная масса является основной детерминантой прочности кости, а выявление низкой МПК по-прежнему остается одним из основных методов диагностики ОП. В то же время большинство клинических факторов повышают риск перелома преимущественно за счет своего влияния на МПК.

«Золотым стандартом» диагностики ОП признана двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (dual-energy X-ray absorptiometry, DXA), которая характеризуется высокой точностью и воспроизводимостью, неинвазивностью и относительной безопасностью [1]. Этот метод используется не только для исходной оценки состояния МПК, но и для дальнейшего мониторинга лечения или профилактических мероприятий. Он позволяет сравнивать результаты больного при последовательных измерениях в ходе длительного наблюдения, однако проводить оценку результатов исследований в динамике на приборах разных производителей без стандартизации показателей или введения поправочных коэффициентов невоз-

можно [2, 3]. В литературе описаны процедуры перекрестной калибровки различных денситометров и даны формулы для перерасчета показаний, однако в связи с тем, что они разработаны для таких параметров, как содержание костного минерала, и абсолютных значений МПК, их используют преимущественно в научных исследованиях [4, 5].

В клинической практике диагноз ОП устанавливается на основании критериев ВОЗ, в основе которых лежит сравнение полученных с помощью денситометра значений МПК с нормой по двум критериям: с нормальной пиковой костной массой взрослого человека (T-критерий) и со средним значением для конкретного возраста (Z-критерий), которые выражаются в стандарт-

ных отклонениях (СО). У женщин в постменопаузе и мужчин в возрасте 50 лет и старше при снижении показателей МПК на 2,5 СО и более (по Т-критерию) диагностируется ОП. По изменению Т-критерия ведется и динамический контроль за МПК. Хотя в большинстве последних модификаций приборов, работающих на принципе DXA, используется единая нормативная база NHANES III, различия в МПК при сравнении данных пациента, полученных на разных аппаратах, затронут и показатели расчетных критериев, выраженных в СО, которые также будут отличаться. Кроме того, методы сканирования в различных приборах даже одной компании-производителя часто различаются. Это связано с использованием рентгеновских лучей различной формы: карандашной, конусной, узкоугольной и широкоугольной веерного типа. Поэтому проводятся работы по перекрестной калибровке денситометров, разрабатываются формулы для пересчета абсолютных показателей МПК. Производители включают формулы по пересчету абсолютных показателей МПК в программное обеспечение костных денситометров. В настоящее время возможность пересчитать показатель МПК в абсолютных значениях есть в аппаратах производства США (Lunar, Hologic, Norland), Франции (Stratos). Однако часто рентгенолог, проводящий обследование, не знает, на каком аппарате сделано предыдущее исследование, если оно было проведено в другом лечебном учреждении, и не делает перерасчет показателей МПК. Поэтому практикующим врачам нужны доступные и простые методы коррекции значений Т-критерия, полученных на разных денситометрических аппаратах.

Относительно недавно в нашей стране появился новый прибор DXA Dexxum 3 корейских производителей (OsteoSys, Южная Корея). Ранее выполненная в Южной Корее работа по оценке различий и стандартизации аппаратов DXA трех производителей (Lunar, Hologic, OsteoSys) с помощью европейского фантома

позвоночника показала, что они все имели удовлетворительную точность и воспроизводимость, но показатели МПК, полученные на денситометрах Dexxum 3, были ниже, чем у других производителей [6].

**Целью нашего исследования** было сравнить результаты денситометрического обследования на аппаратах Lunar Prodigy (GE Healthcare, США) и Dexxum 3 (OsteoSys, Южная Корея), а также определить поправочные коэффициенты для Т-критерия.

### Материал и методы

В исследование было включено 102 пациента в возрасте от 26 лет до 81 года (средний возраст  $60,0 \pm 12,5$  года), в том числе 27 человек до 50 лет и 75 лиц — 50 лет и старше. Всем участникам выполнено определение МПК поясничного отдела (L1–L4) позвоночника и проксимального отдела бедра (шейка и общий показатель бедренной кости) на двух рентгеновских денситометрах: Lunar Prodigy (GE Healthcare, США) и Dexxum 3 (OsteoSys, Южная Корея) в ГБУЗ «Клиническая ревматологическая больница № 25» г. Санкт-Петербурга. Сканирование каждого пациента на обоих приборах проводилось в течение одного дня для минимизации ошибок измерения, связанных с динамикой массы тела или костной массы, и одним и тем же оператором. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

МПК у лиц моложе 50 лет оценивалась по Z-критерию, при этом она считалась низкой при значениях  $\leq -2,0$  СО. У участников 50 лет и старше остеопороз (ОП) диагностировался в соответствии с критериями ВОЗ при значениях Т-критерия  $\leq -2,5$  СО.

Денситометр Dexxum 3 оснащен сканером карандашного типа, а Lunar Prodigy — узкоугольного веерного типа.

Проверка распределения количественных показателей с помощью теста Шапиро-Уилка показала нормальность распределения признаков ( $p > 0,05$ ), поэтому при анализе использовались параметрические методы статистики (Statistica for Windows, версия 16.0). Данные описательной статистики представлены в виде среднего и среднего квадратического отклонения (СО), сравнение двух групп проводилось с помощью t-критерия Стьюдента. Для сопоставления результатов, полученных на разных приборах, использовались параметрический корреляционный анализ Пирсона, метод Блэнда-Алтамана и линейный регрессионный анализ. Статистической значимостью различий результатов считалась при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Проведенный анализ выявил сильную степень положительной корреляции между показателями МПК и Т-критерия, полученными на разных денситометрических аппаратах во всех измеряемых отделах скелета (табл. 1),

Таблица 1  
Коэффициенты корреляции между показателями аппаратов Lunar Prodigy и Dexxum 3

Критерий	Показатель	p
<i>Поясничный отдел позвоночника</i>		
МПК (г/см <sup>2</sup> )	0,96	< 0,05
Т-критерий (СО)	0,98	< 0,05
<i>Шейка бедренной кости</i>		
МПК (г/см <sup>2</sup> )	0,96	< 0,05
Т-критерий (СО)	0,95	< 0,05
<i>Общий показатель бедра</i>		
МПК (г/см <sup>2</sup> )	0,96	< 0,05
Т-критерий (СО)	0,96	< 0,05

Примечание: СО — среднее квадратическое отклонение.

**Таблица 2**  
Сравнительная характеристика показателей, полученных на аппаратах Lunar Prodigy и DEXXUM 3

Критерий, среднее значение $\pm$ CO	Lunar Prodigy	DEXXUM 3	p
<i>Поясничный отдел позвоночника</i>			
МПК (г/см <sup>2</sup> )	1,071 $\pm$ 0,191	1,042 $\pm$ 0,196	0,27
T-критерий (CO)	-0,921 $\pm$ 1,585	-1,138 $\pm$ 1,6084	0,31
Z-критерий (CO)	-0,002 $\pm$ 1,322	-0,203 $\pm$ 1,403	0,28
<i>Шейка бедренной кости</i>			
МПК (г/см <sup>2</sup> )	0,880 $\pm$ 0,140	0,795 $\pm$ 0,133	0,000012
T-критерий (CO)	-1,152 $\pm$ 0,996	-1,579 $\pm$ 1,079	0,003700
Z-критерий (CO)	-0,010 $\pm$ 0,726	-0,551 $\pm$ 0,855	< 0,000100
<i>Общий показатель бедра</i>			
МПК (г/см <sup>2</sup> )	0,938 $\pm$ 0,152	0,846 $\pm$ 0,147	0,000016
T-критерий (CO)	-0,579 $\pm$ 1,189	-1,344 $\pm$ 1,223	< 0,000100
Z-критерий (CO)	0,277 $\pm$ 0,932	-0,464 $\pm$ 1,012	< 0,000100

Примечание: CO — среднее квадратическое отклонение.

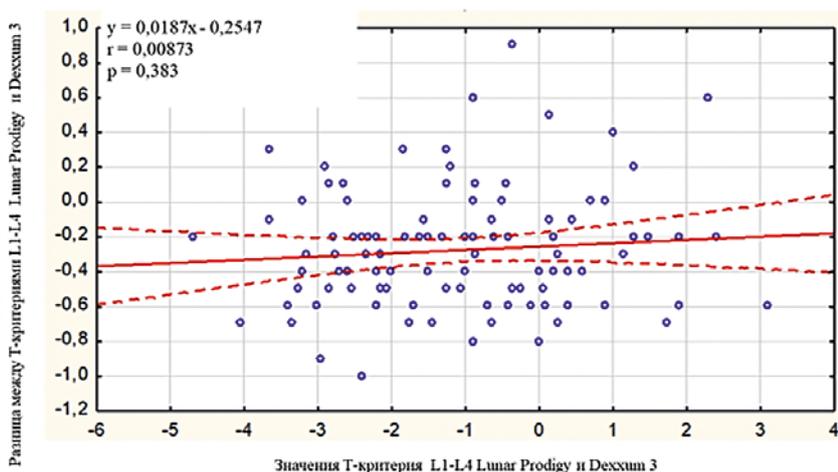


Рисунок 1. Согласованность значений T-критерия L1-L4, полученных на аппаратах Lunar Prodigy и DEXXUM 3.

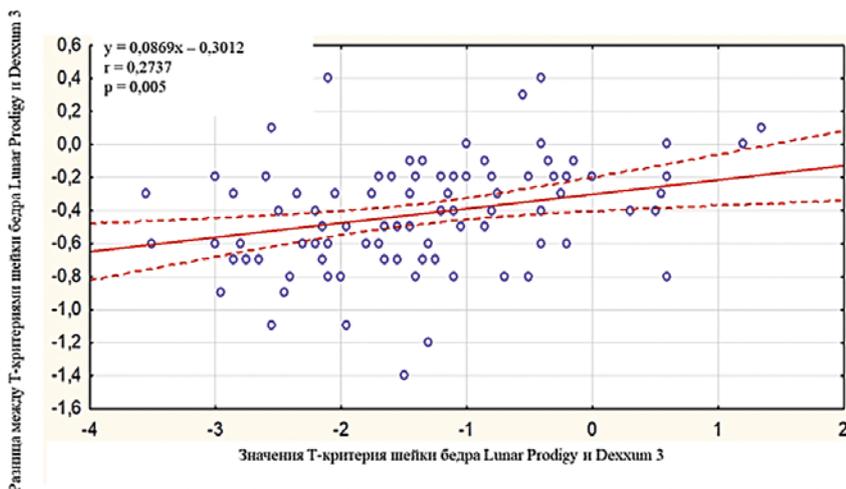


Рисунок 2. Согласованность значений T-критерия шейки бедра, полученных на аппаратах Lunar Prodigy и DEXXUM 3.

что указывает на хорошую согласованность данных двух денситометров.

Средние значения МПК, T- и Z-критериев в L1-L4, по данным двух приборов, были сопоставимы, в то же время в шейке и общем показателе бедра имелись значимые различия между полученными результатами измерения (табл. 2).

Среди обследованных лиц моложе 50 лет, по данным денситометра Lunar Prodigy, низкая МПК была выявлена у двух человек в шейке бедра и у одного — в общем показателе бедра, снижения МПК в L1-L4 не было ни у одного участника этой возрастной группы. По результатам исследования на аппарате DEXXUM 3 низкая МПК диагностирована у 2 человек в L1-L4, у 2 — в шейке бедра и у 2 — в общем показателе бедренной кости. У участников исследования в возрасте 50 лет и старше ОП в L1-L4 определялся у 20, в шейке бедра — у 13 и в общем показателе бедра — у 3 человек при обследовании на аппарате Lunar Prodigy и у 27, 24 и 21 пациентов соответственно прибором DEXXUM 3.

Так как полученные данные свидетельствовали о том, что результаты исследований, выполненных на аппарате DEXXUM 3, были ниже, чем полученные на денситометре Lunar Prodigy, в дальнейшем для определения систематического расхождения и степени разброса показателей осуществлена оценка согласованности измерений двух приборов путем построения диаграмм Блэнда-Алтмана (рис. 1, 2, 3).

Результаты линейного регрессионного анализа, представленные в табл. 3, также показали достоверные различия в показателях T-критерия, полученных на двух приборах. При этом выявлены те же закономерности, что и при оценке сопоставимости данных методом Блэнда-Алтмана: значения измерений на денситометре Lunar Prodigy были выше, чем при определении МПК на DEXXUM 3, во всех областях интереса.

С помощью простого регрессионного анализа нами рассчитаны коэффициенты коррекции T-критерия между аппаратами Lunar Prodigy и DEXXUM 3:

- поясничный отдел позвоночника (L1–L4): Lunar Prodigy Т-критерий =  $0,226 + 0,959 \times$  Т-критерий Dеххум 3;
- шейка бедра: Lunar Prodigy Т-критерий =  $0,225 + 0,877 \times$  Т-критерий Dеххум 3;
- общий показатель бедра: Lunar Prodigy Т-критерий =  $0,649 + 0,917 \times$  Т-критерий Dеххум 3.

После использования предложенных нами формул коррекции Т-критериев, полученных на Dеххум 3, оказалось, что средние показатели пересчитанных Т-критериев во всех областях измерения статистически не различались с показателями Lunar Prodigy (табл. 4).

### Обсуждение

Исследования по перекрестной калибровке различных денситометров с использованием европейского фантома позвоночника (*in vitro*) и у пациентов (*in vivo*) показали, что все устройства DXA разных фирм производителей хорошо коррелировали между собой, но при этом демонстрировали существенные различия в абсолютных значениях МПК [2, 5]. Как правило, денситометры Hologic недооценивали нормативные показатели МПК, а аппараты Lunar, наоборот, их переоценивали, в то время как сканеры Norland давали разнонаправленные результаты при значении МПК менее  $0,5 \text{ г/см}^2$  и занижали МПК при плотности,

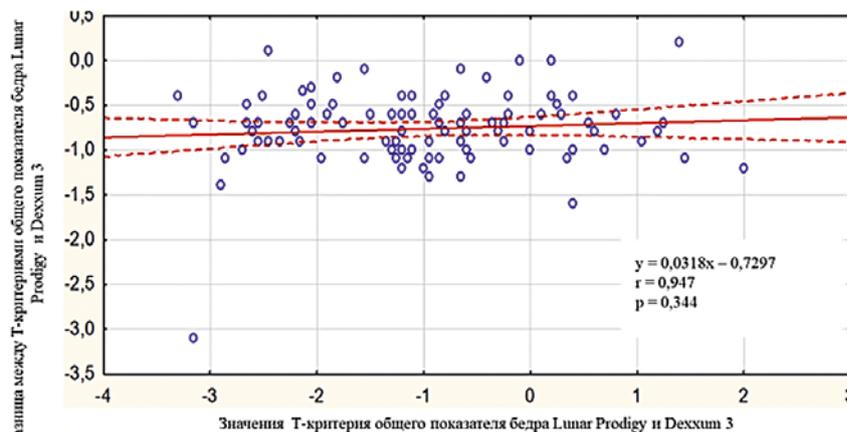


Рисунок 3. Согласованность значений Т-критерия общего показателя бедра, полученных на аппаратах Lunar Prodigy и Dеххум 3.

равной  $1,5 \text{ г/см}^2$  и более [5]. Разница в значениях МПК поясничного отдела позвоночника между аппаратами Hologic и Norland составляла 1,3 %, между Hologic и Lunar — 11,7 %, между Norland и Lunar — 12,2 % [2].

В нашей работе сравнение данных обследования на денситометрах Lunar Prodigy и Dеххум 3 свидетельствуют о согласованности результатов МПК двух приборов, так как коэффициенты корреляции для всех исследованных зон интереса были больше или равны 0,95. Однако значения МПК и Т-критерия, полученные с помощью аппарата Dеххум 3, оказались несколько ниже, чем при обследовании на костном денситометре Lunar Prodigy, и, как показал анализ Блэнда-Алтмана, это особенно проявилось при более

низких показателях МПК, что в целом способствовало более частому выявлению ОП на Dеххум 3. Это не было неожиданностью, так как при использовании данной модели денситометра в азиатской популяции также было отмечено, что значения МПК аксиальных отделов скелета у обследованных лиц были ниже и ОП диагностировался чаще, чем при использовании других аппаратов DXA [7].

Еще в одной работе, в которой проводили перекрестную калибровку приборов аксиальной денситометрии разных фирм-производителей с использованием европейского фантома позвоночника, показатели МПК, полученные на аппаратах Dеххум 3, также были ниже, чем при проведении исследований

Таблица 3  
Линейный регрессионный анализ при сравнении денситометров Dеххум 3 и Lunar Prodigy для Т-критерия

Область измерения	Свободный член (а), (M ± CO)	Весовой коэффициент (b), (M ± CO)	Коэффициент детерминации (r <sup>2</sup> )	Стандартная ошибка оценки	p
L1–L4	0,266 ± 0,040	0,959 ± 0,020	0,955	0,042	< 0,00001
Шейка бедра	0,225 ± 0,050	0,877 ± 0,027	0,911	0,299	< 0,00001
Общий показатель бедра	0,649 ± 0,057	0,917 ± 0,032	0,894	0,389	< 0,00001

Таблица 4  
Средние показатели Т-критерия Lunar Prodigy и скорректированного Т-критерия Dеххум 3

Область измерения	Т-критерий (CO) Lunar Prodigy	Скорректированный Т-критерий (CO) Dеххум 3	p
L1–L4	-0,921 ± 1,585	-0,920 ± 1,548	0,98
Шейка бедренной кости	-1,152 ± 0,996	-1,150 ± 0,946	0,96
Общий показатель бедра	-0,579 ± 1,189	-0,579 ± 1,125	0,99

на денситометрах Lunar и Hologic [6]. Авторы статьи предположили, что причина таких различий кроется в методах сканирования костной ткани и алгоритмах определения нижней границы плотности кости. Если в приборах Discovery W (Hologic, США) применяется фиксированный порог  $0,2 \text{ г/см}^2$ , что дает возможность оценивать более низкую МПК, то методика, использованная в аппаратах Lunar, исключает самые низкие значения плотности кости, и полученные результаты МПК оказываются выше. Кроме этого, аппараты Lunar и Hologic для оценки МПК используют веерный рентгеновский луч, а работа прибора OsteoSys базируется на карандашном типе пучка, который по своим характеристикам позволяет лучше измерять низкие значения МПК [6]. В то же время сравнение еще одного денситометра с узковеерным типом рентгеновского пучка — Stratos (DMS, Франция) с аппаратом Hologic показало, что значения МПК, определенные на нем, были в поясничном отделе позвоночника на 3,1 % ниже, а в шейке бедра и общем показателе бедренной кости, наоборот, на 11,9 и 8,8 % выше соответственно, чем на устройстве с веерным типом сканирования [8]. Даже приборы одной фирмы-изготовителя (Prodigy и iDXA, GE Lunar), использующие аналогичные узковеерные рентгеновские пучки, при усовершенствовании системы разрешающей способности детекторов дают разные результаты сканирования, что требует введения поправочных коэффициентов [9, 10].

Международное общество по клинической денситометрии (ISCD; [www.iscd.org](http://www.iscd.org)) разработало рекомендации по проведению кросс-калибровки DXA при смене оборудования или модернизации системы существующего прибора и предложило калькулятор для расчета поправочных коэффициентов абсолютных значений МПК (в  $\text{г/см}^2$ ), что актуально для научных исследований, но не для повседневной клинической практики, где для оценки состояния скелета

и риска переломов используются значения стандартных отклонений. Как оказалось, работ по сравнению денситометров разных производителей по оценке Т-критерия мало. Так, в одной из них оценивались данные, полученные на аппаратах Lunar DPX и Hologic QDR-1000/W, и оказалось, что, как и значения МПК, показатели Т-критерия двух систем высоко коррелировали между собой ( $r > 0,95$ ) [11]. Клинически значимой разницы между значениями Т-критерия двух приборов в поясничном отделе позвоночника не наблюдалось, но линейный регрессионный анализ выявил систематическую разницу в  $0,9 \text{ СО}$  в шейке бедренной кости. Когда Т-критерий шейки бедренной кости был пересчитан, то результаты расхождения были эффективно устранены [11].

При сравнении данных денситометров Lunar и OsteoSys в нашей работе статистических различий в значениях Т-критерия в поясничном отделе позвоночника также не было получено, но в шейке бедра и общем показателе бедренной кости различия Т-критерия между оцениваемыми приборами были значимыми. При введении предложенных нами поправочных коэффициентов все различия практически нивелировались.

В качестве подтверждения рассмотрим несколько **клинических примеров**.

*Женщина 68 лет* имела показатели Т-критерия на аппарате Prodigy в L1–L4, равные  $-3,0 \text{ СО}$ , в шейке бедра —  $-2,7 \text{ СО}$ , в общем показателе бедра —  $-2,1 \text{ СО}$ , а на Dеххум 3 — равные  $-3,4, -3,3$  и  $-3,0 \text{ СО}$  соответственно. Пересчет показателей Т-критерия Dеххум 3 для соотнесения с показателями Т-критерия, полученными на денситометре Prodigy, с использованием формул:

- Т-критерий L1–L4 =  $0,226 + 0,959 \times -3,4 \text{ СО} = -3,03 \text{ СО}$ ;
- Т-критерий шейки бедра =  $0,225 + 0,877 \times -3,3 \text{ СО} = -2,67 \text{ СО}$ ;
- Т-критерий общего показателя бедра =  $0,649 + 0,917 \times -3,0 \text{ СО} = -2,10 \text{ СО}$ .

Следовательно, результаты, полученные при проведении денситометрии на аппарате Prodigy, полностью совпали с пересчитанными показателями, полученными на Dеххум 3.

*Другая пациентка 62 лет*, по данным аппарата Dеххум 3, имела Т-критерий в L1–L4, равный  $-3,1 \text{ СО}$ , в шейке бедра —  $-2,5 \text{ СО}$ , в общем показателе бедра —  $-1,8 \text{ СО}$ , после введения поправочных коэффициентов эти значения изменились до  $-2,7, -2,0$  и  $-1,0 \text{ СО}$  соответственно, что практически совпало с результатами Т-критерия, полученными после проведения денситометрии на аппарате Lunar Prodigy:  $-2,6, -2,0$  и  $-0,7 \text{ СО}$ .

*Еще одна пациентка 73 лет*, по данным аппарата Dеххум 3, имела Т-критерий в L1–L4, равный  $-2,9 \text{ СО}$ , в шейке бедра —  $-2,0 \text{ СО}$ , в общем показателе бедра —  $-1,5 \text{ СО}$ , в то время как на аппарате Lunar Prodigy Т-критерии были равны  $-2,5, -1,4$  и  $-0,4 \text{ СО}$  соответственно. После введения поправочных коэффициентов для Dеххум 3 эти значения соответственно изменились до  $-2,6, -1,5$  и  $-0,7 \text{ СО}$ , что статистически не отличалось от значений на приборе Lunar Prodigy.

Проведенная работа имеет ряд ограничений: использовались данные точности и воспроизводимости измерений МПК, представленные в инструкции пользователя для сравниваемых приборов; денситометрическое обследование пациентов проводилось однократно на каждом приборе.

**В заключение** следует отметить, что проверка соответствия определения МПК на денситометрах Dеххум 3 и Lunar Prodigy показала: измерения, полученные на обоих приборах, хорошо согласуются друг с другом, однако на Dеххум 3 эти показатели ниже, а ОП диагностируется чаще. Последние европейские клинические рекомендации по диагностике и ведению больных остеопорозом указывают, что для постановки диагноза ОП могут использоваться любые аппараты,



Ordamed Group RUSSIA

## ПОЛНЫЙ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД ДЕНСИТОМЕТРОВ

ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ  
ОСТЕОПОРОЗА  
И ОЦЕНКИ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПИИ



### SONOST-3000

- Количественный УЗ-метод
- Диагностика по пяточной кости (золотой стандарт)
- Подходит для диагностики беременных и детей от двух лет



### DEXXUM 3

- DEXA-метод (золотой стандарт)
- Диагностика по шейке бедра, предплечью и поясничному отделу позвоночника
- Метод FRAX (оценка риска переломов)
- Оценка абдоминального ожирения

Представительство

**ООО "Ордамед"**

Российская Федерация, г. Москва,  
Варшавское шоссе, д. 47, к. 4,  
БЦ "Технопарк-Навигатор"



+7 495 800 3003; +7 499 270 70 72; +7 495 333 55 77

info@ordamed.ru  
www.ordamed.ru

позволяющие измерить МПК при ее снижении на 2,5 СО и более от среднего значения молодого взрослого человека [12], поэтому ОП выявленный при обследовании на Деххум 3 является основанием для назначения лечения.

В клинической практике при необходимости сравнения результатов денситометрических исследований в динамике, выполненных на разных аппаратах, требуется коррекция МПК или Т-критерия. Представленные нами поправочные коэффициенты позволяют при необходимости врачам быстро сопоставить значения Т-критериев, полученных с помощью Деххум 3 и Lunar Prodigy.

#### Список литературы

1. Мельниченко Г. А., Белая Ж. Е., Рожинская Л. Я., и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза // Проблемы Эндокринологии. — 2017. — Т. 63. — № 6. — С. 392–426. [Melnichenko GA, Belaya ZE, Rozhinskaya LY, et al. Russian federal clinical guidelines on the diagnostics, treatment, and prevention of osteoporosis. *Problems of Endocrinology*. 2018; 63 (6): 392–426. (In Russ.)] DOI: 10.14341/probl2017636392–426/
2. Genant HK, Grampp S, Gluer CC, et al. Universal standardization for dual x-ray absorptiometry: patient and phantom cross-calibration results. *J. Bone Miner. Res.* 1994; 9: 1503–14.
3. Hui SL, Gao S, Zhou XH, 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.
4. The Writing Group for the ISCD Position Development Conference. Technical standardization for dual-energy X-ray absorptiometry. *J. Clin. Densitom.* 2004; 7: 27–36.
5. Reid DM, Mackay I, Wilkinson S, et al. Cross-calibration of dual-energy X-ray densitometers for a large, multi-center genetic study of osteoporosis. *Osteoporos. Int.* 2006; 17: 125–32.
6. Park AJ, Choi JH, Kang HJ, et al. Result of Proficiency Test and Comparison of Accuracy Using a European Spine Phantom among the Three Bone Densitometries. *J. Bone Metab.* 2015 May; 22 (2): 45–9. DOI: 10.11005/jbm.2015.22.2.45.
7. Pongchaiyakul C, Kotruchin P. Lumbar spine and hip bone mineral density in Thai women using the Osteosys Dexxum T-bone densitometer. *J Med Assoc Thai.* 2013 Aug; 96 (8): 898–904.
8. Nalda E, Mahadea KK, Demattei C, et al. Assessment of the Stratos, a new pencil-beam bone densitometer: dosimetry, precision, and cross calibration. *J. Clin. Densitom.* 2011 Oct-Dec; 14 (4): 395–406. DOI: 10.1016/j.jocd.2011.05.004. Epub 2011 Aug 11. Review.
9. Rhodes LA, Cooper W, Oldroyd B, Hind K. Cross-calibration of a GE iDXA and Prodigy for total and regional body bone parameters: the importance of using cross-calibration equations for longitudinal monitoring after a system upgrade. *J. Clin. Densitom.* 2014 Oct-Dec; 17 (4): 496–504. DOI: 10.1016/j.jocd.2013.09.009. Epub 2013 Nov 5.
10. Hind K, Cooper W, Oldroyd B, et al. A cross-calibration study of the GE-Lunar iDXA and Prodigy for the assessment of lumbar spine and total hip bone parameters via three statistical methods. *J. Clin. Densitom.* 2015 Jan-Mar; 18 (1): 86–92. DOI: 10.1016/j.jocd.2013.09.011. Epub 2013 Oct 10.
11. Faulkner KG, Roberts LA, McClung MR. Discrepancies in normative data between Lunar and Hologic DXA systems. *Osteoporos Int.* 1996; 6 (6): 432–6.
12. Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY. Executive summary of the European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Calcif. Tissue Int.* 2019 Mar; 104 (3): 235–238. DOI: 10.1007/s00223-018-00512-x.

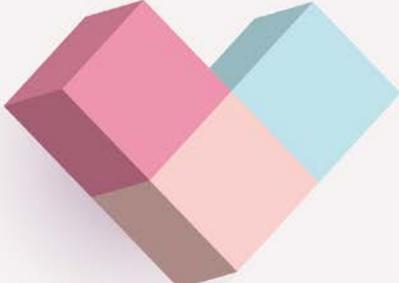
**Для цитирования.** Никитинская О. А., Торопцова Н. В. В помощь практикующему врачу: возможность мониторинга лечения остеопороза при исследовании минеральной плотности кости на разных аксиальных денситометрах // Медицинский алфавит. Серия «Ревматология в общей врачебной практике». — 2019. — Т. 2. — 37 (412). — С. 22–28.











**ВТОРОЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНГРЕСС  
ДЕТСКИХ РЕВМАТОЛОГОВ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

**23-25 апреля 2020**  
Сеченовский Университет, Москва

