

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАБЕКУЛЯРНОГО КОСТНОГО ИНДЕКСА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕЛОМОВ (FRAX) У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА



© Т.О. Ялочкина<sup>1\*</sup>, Ж.Е. Белая<sup>2</sup>, Т.О. Чернова<sup>2</sup>, Н.И. Сазонова<sup>2</sup>, Н.В. Тарбаева<sup>2</sup>, Т.Т. Цориев<sup>2</sup>, Л.Я. Рожинская<sup>2</sup>, Г.А. Мельниченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Городская поликлиника №219» ДЗМ, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, Москва, Россия

**Цель.** Изучить значение трабекулярного костного индекса (ТКИ) как инструмента для оценки риска переломов и принятия решения о начале медикаментозного лечения остеопороза при сахарном диабете 2 типа (СД2).

**Материалы и методы.** Проведена оценка минеральной плотности кости (МПК) и ТКИ у пациентов с СД2 (с низкотравматичными переломами в анамнезе и без них) и лиц из группы контроля. До и после получения результатов ТКИ был произведен расчет 10-летней вероятности переломов с использованием калькулятора FRAX. Полученные значения сравнили для оценки влияния показателя ТКИ на решение вопроса о начале терапии остеопороза при СД2.

**Результаты.** Всего было включено 48 пациентов СД2, в том числе 17 с низкотравматичными переломами в анамнезе и 31 без переломов, а также 29 человек контрольной группы. В группе пациентов с СД2 МПК была повышена в поясничных позвонках (Т-критерий 0,44; 95% ДИ -3,2–4,9) по сравнению с контролем (Т-критерий -0,33, 95% ДИ -2,9–3,0),  $p=0,052$  и бедренной кости (Т-критерий 0,51; 95% ДИ -2,1–3,0) по сравнению с контролем (Т-критерий -0,03, 95% ДИ -1,4–1,2)  $p=0,025$ . Показатели ТКИ в обеих группах не различались. 10-летняя вероятность переломов (FRAX) достоверно не различалась у пациентов с СД2 и в группе контроля, но при использовании в расчетах ТКИ она становилась значимо выше в группе сахарного диабета (значение средней индивидуальной 10-летней вероятности переломов 8,68; 95% ДИ 0,3–25,0) по сравнению с контролем (значение средней индивидуальной 10-летней вероятности переломов 6,68; 95% ДИ 0,4–15,0)  $p=0,04$ . У больных СД2 с переломами 10-летняя вероятность переломов была выше, а использование ТКИ в калькуляторе FRAX уменьшало потребность в назначении терапии. Однако у лиц с низкотравматичными переломами лечение остеопороза может проводиться без оценки индивидуальной вероятности или денситометрии.

**Выводы.** ТКИ повышает результаты оценки индивидуальной 10-летней вероятности переломов (FRAX) и может быть одним из диагностических критериев определения вероятности переломов у пациентов с СД2. Вместе с тем необходимо дальнейшее изучение новых диагностических инструментов и их применения при СД2.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сахарный диабет 2 типа; рентгеновская денситометрия; трабекулярный костный индекс; остеопороз; FRAX

## THE ASSESSMENT OF TRABECULAR BONE SCORE TO IMPROVE THE SENSITIVITY OF FRAX IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

© Tatiana O. Yalochkina<sup>1\*</sup>, Zhanna E. Belaya<sup>2</sup>, Tatiana O. Chernova<sup>2</sup>, Natalia I. Sazonova<sup>2</sup>, Natalia V. Tarbaeva<sup>2</sup>, Timur T. Tsoriev<sup>2</sup>, Liudmila Y. Rozhinskaya<sup>2</sup>, Galina A. Melnichchenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> City polyclinic №219, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

**Aim.** To estimate the trabecular bone score (TBS) for evaluation of fracture probability in order to make decisions about starting osteoporosis treatment in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM).

**Materials and methods.** We obtained the bone mineral density (BMD) and trabecular bone score (TBS) using dual energy X-ray absorptiometry (DXA) in patients with T2DM (with and without a history of osteoporotic fractures) versus the control group. Before and after TBS measurements we assessed the ten-year probability of fracture using the Fracture Risk Assessment Tool (FRAX).

**Results.** We enrolled 48 patients with T2DM, including 17 with a history of low-traumatic fracture, 31 patients without fractures and 29 subjects of a control group. BMD was higher in patients with T2DM compared to the control group at L1–L4 (mean T-score 0.44, 95% CI -3.2 – 4.9 vs mean T-score 0.33, 95% CI -2.9 – 3.0 in a control group  $p=0.052$ ) and Total Hip (mean T-score 0.51, 95% CI -2.1 – 3.0 vs mean T-score -0.03, 95% CI -1.4 – 1.2 in a control group  $p=0.025$ ). The TBS and 10-year probability of fracture (FRAX) was not different in patients with T2DM versus the control group. However, when the TBS was entered as an additional risk factor, the 10-year probability of fracture became higher in patients with T2DM (10-year probability of fracture in T2DM- 8.68, 95% CI 0.3–25.0 versus 6.68, 95% CI 0.4–15.0 in control group,  $p=0.04$ ). Among patients with diabetes with and without fractures the FRAX score was higher in subjects with fractures, but no difference was found in regards to BMD or TBS. Entering BMD and TBS values into the FRAX tool in subjects with diabetes and fractures decreased the FRAX score. However, patients with low-traumatic fractures should be treated for osteoporosis without a BMD, TBS or FRAX assessment.



**Conclusion.** TBS improves the results of FRAX assessment in patients with T2DM and should be entered while evaluating FRAX in patients with T2DM. However, additional research is needed to develop a more sensitive tool to evaluate fracture risk in patients with T2DM.

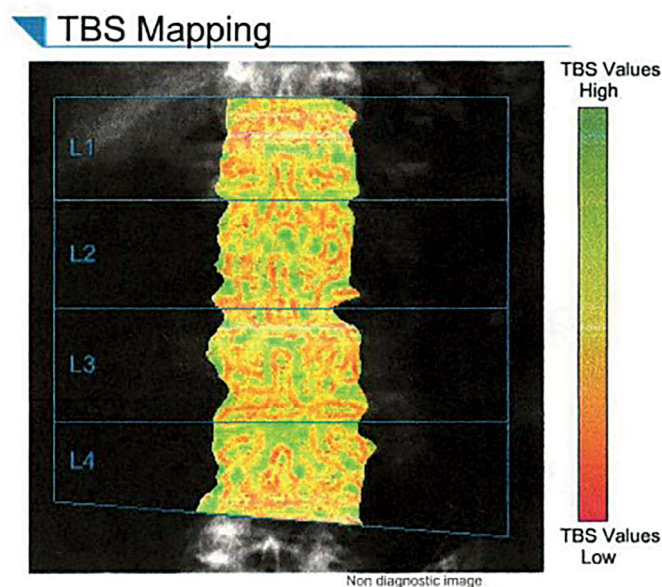
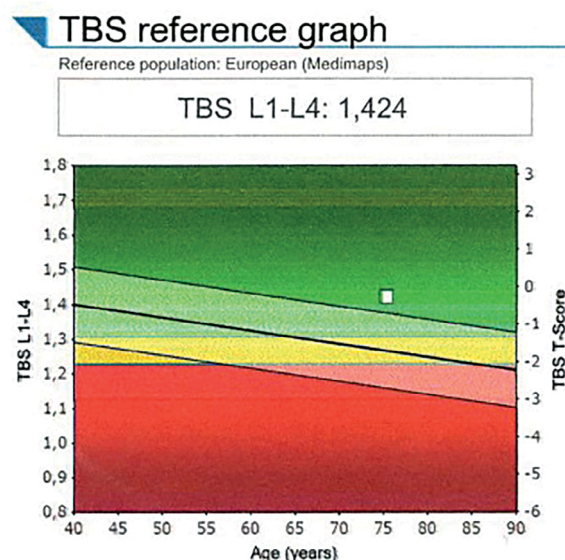
**KEYWORDS:** Diabetes mellitus type 2; dual-energy X-ray absorptiometry; trabecular bone score; osteoporosis; FRAX

## АКТУАЛЬНОСТЬ

По данным исследований последних лет, риск возникновения низкотравматичных переломов при сахарном диабете 2 типа (СД2) превышает средний риск в популяции [1, 2, 3]. При этом причины увеличения хрупкости костной ткани при данном заболевании до настоящего времени остаются неясными. Исследования показали, что минеральная плотность кости (МПК) у больных СД2 обычно выше, чем у здоровых людей [4], хотя в некоторых работах значимых различий этого показателя у пациентов с СД2 и контрольной группы обнаружено не было. Вероятно, к патологическим изменениям костной ткани при СД2 приводит не снижение ее минерализации, а изменения структурных характеристик. Повышенная распространенность переломов и связанные с ними осложнения при СД2 требуют ранней диагностики остеопороза у таких больных и формирования стратегии выявления групп высокого риска переломов для своевременного начала терапии [5].

Одним из критериев установления диагноза остеопороза и основным методом оценки эффективности его терапии в настоящее время является рентгеновская денситометрия (DXA). При обнаружении с помощью DXA сниженной МПК устанавливается диагноз остеопороза и принимается решение о назначении тех или иных лекарственных препаратов для профилактики возникновения переломов. Однако у больных СД2 высокие показатели, полученные при DXA, не могут служить гарантией отсутствия остеопороза вследствие высокого уровня минерализации костной ткани при этом заболевании и неспособности денситометров определять нарушения микроархитектоники кости.

В последние годы на основе DXA было создано несколько различных диагностических программ, в частности, программа определения трабекулярного костного индекса (ТКИ). С ее помощью двумерные изображения трансформируются в трехмерные, при этом МПК остается прежней, но изменяются характеристики расположения трабекул костной ткани (рис. 1) [6]. Высокие баллы



## Additional results

Region	TBS	TBS T-Score	TBS Z-Score	BMD	BMD T-Score
L1	1,416	---	---	1,140	-0,2
L2	1,429	---	---	1,294	0,4
L3	1,382	---	---	1,244	0,0
L4	1,471	---	---	1,232	-0,1
L1-L4	1,424	-0,2	1,4	1,229	0,1
L1-L3	1,409	-0,1	1,5	1,229	0,2
L1-L2	1,422	0,4	2,0	1,220	0,2
L2-L3	1,405	-0,7	1,1	1,268	0,2
L2-L4	1,427	-0,6	1,2	1,256	0,1
L3-L4	1,426	-0,9	0,9	1,238	0,0

## FRAX

## Comments

Рис. 1. Определение трабекулярного костного индекса у пациента с сахарным диабетом 2 типа.

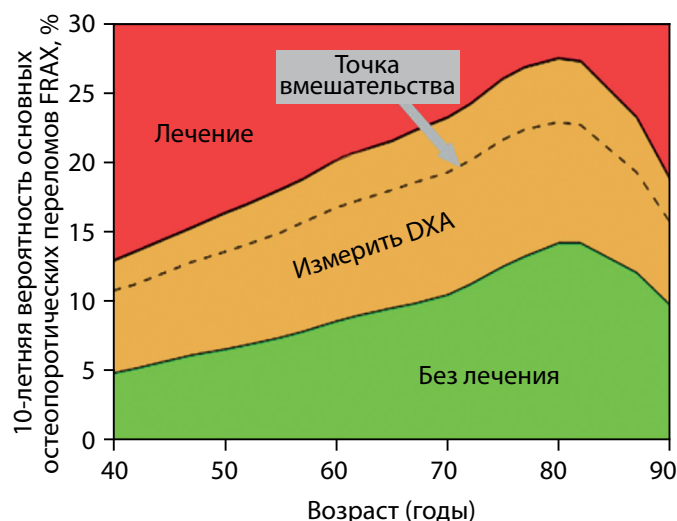


Рис. 2. Определение дальнейшей тактики ведения пациентов на основании данных FRAX.

свидетельствуют о наиболее устойчивой к перелому структуре кости, а низкие – о более слабой структуре и высокой склонности к переломам. Таким образом, с помощью ТКИ можно получить косвенные представления о нарушениях микроархитектоники кости, которые служат основной причиной повышенного риска переломов при СД2 [7].

В клинической практике основной задачей врача служит определение необходимости начала терапии остеопороза у пациента. В настоящее время для решения этого вопроса используют калькулятор FRAX, который позволяет определить 10-летнюю вероятность всех переломов и отдельно переломов бедренной кости [8]. На основании полученных результатов с помощью специальных таблиц и графиков (рис. 2) принимается решение о начале медикаментозной терапии или продолжении динамического наблюдения за пациентом. В последнее время в калькулятор FRAX добавлена возможность оценить вероятность переломов с учетом показателя ТКИ, что может повлиять на принятие решения о начале терапии, в частности, у пациентов с СД2. Однако использование FRAX с учетом ТКИ у больных с СД2 типа изучено недостаточно и требует проведения дальнейших исследований.

## ЦЕЛЬ

Целью исследования стало изучение ТКИ как инструмента для оценки вероятности переломов и принятия решения о начале медикаментозного лечения остеопороза при СД2.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании случай-контроль оценивалось состояние костной ткани у больных СД2 в сравнении со здоровым контролем, используя DXA проксимального отдела бедренной кости и поясничных позвонков (денситометр Lunar iDXA, GE Healthcare). На основе полученных данных для всех исследуемых был определен ТКИ поясничного отдела позвоночника (TBS iNsight software v2.1 Medimaps, Merignac, France), который затем исполь-

зовался для оценки индивидуальной 10-летней вероятности низкотравматических переломов FRAX (Centre for metabolic bone diseases, University of Sheffield, UK (<https://www.sheffield.ac.uk/FRAX/tool.aspx?country=13>)). Кроме того, внутри группы больных СД2 было проведено сравнение показателей у пациентов с наличием и отсутствием в анамнезе низкотравматических переломов.

Выборка осуществлялась случайным методом среди пациентов городской поликлиники, пришедших на прием к эндокринологу для обследования или коррекции терапии. Лица контрольной группы подбирались из условно-здоровой выборки лиц без сахарного диабета, находящихся под амбулаторным диспансерным наблюдением в этой же поликлинике. До начала работы у всех больных СД2 было определено наличие или отсутствие в анамнезе низкотравматических переломов как при опросе, так и с помощью боковой рентгенографии позвоночника на уровне Th4-L5 (метод рентгеновской морфометрии). Работа продолжалась в течение 6 месяцев, с октября 2016 г. по март 2017 г.

В исследование не были включены пациенты с сахарным диабетом 1 типа и другими заболеваниями, приводящими к развитию вторичного остеопороза (ревматоидным артритом, хроническими заболеваниями печени, онкологическими заболеваниями, тиреотоксикозом, хронической надпочечниковой недостаточностью, гиперкортицизмом), а также принимающие терапию глюкокортикоидами.

До и после получения данных DXA для всех исследуемых была рассчитана индивидуальная 10-летняя вероятность переломов с помощью калькулятора FRAX. На первом этапе исследования индивидуальная 10-летняя вероятность низкотравматических переломов рассчитывалась только с учетом факторов риска, а затем дополнительно с поправкой на значение ТКИ. Было проведено сравнение указанных значений 10-летней вероятности переломов для оценки влияния показателя ТКИ на решение вопроса о необходимости начала терапии остеопороза.

Исследование было рассмотрено и одобрено на заседании Этического комитета «ФГБУ Эндокринологический научный центр» МЗ РФ (протокол №11 от 08.10.2014 г.).

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Количественные значения признаков представлены как средние и 95% доверительный интервал, а также минимальное (Мин) – максимальное (Мак) значения. Качественные параметры представлены в процентах с 95% доверительным интервалом. Для оценки различий по количественным параметрам в двух независимых выборках использовался тест Манна–Уитни. Значение  $p \leq 0,05$  расценивалось как статистически значимое.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование было включено 48 больных СД2 и 29 пациентов из группы контроля, всего 77 человек. В группе СД2 у 17 пациентов (35,4%) в анамнезе произошел один или несколько низкотравматических переломов, как внепозвоночных (по данным анамнеза), так



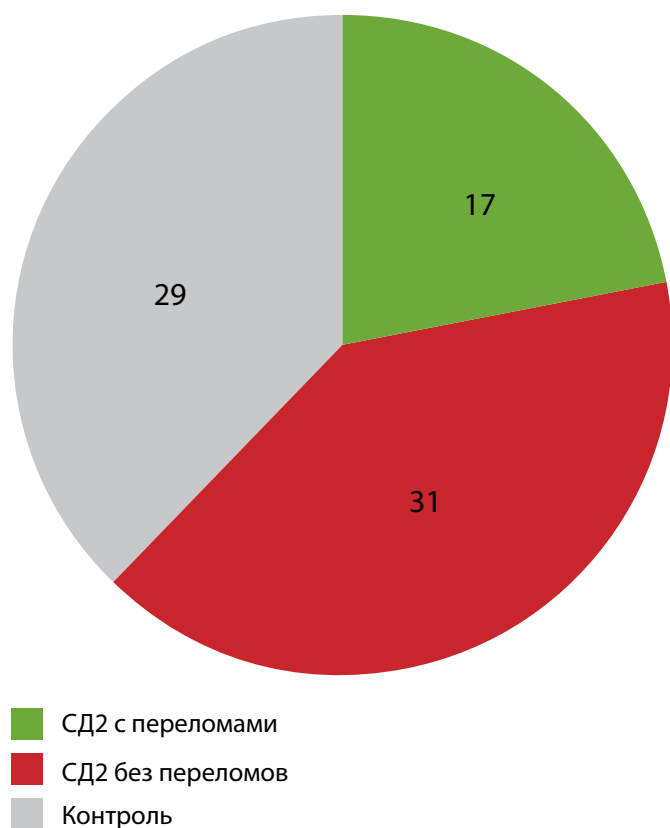


Рис. 3. Состав исследуемой группы.

и компрессионных переломов позвонков по данным боковой рентгенографии позвоночника Th4-L5 (рис. 3).

При этом из внепозвоночных переломов в указанной группе произошло 6 переломов костей голеностопного сустава, 2 перелома костей запястья, 1 перелом шейки бедра, лучевой кости и плечевой кости. У 9 пациентов с СД2 из числа обследованных при боковой рентгенографии были обнаружены компрессионные переломы тел позвонков.

Возраст исследуемых составлял от 50 до 79 лет, средний возраст – 61,8 года. Группа СД2 состояла из 5 мужчин и 43 женщин, группа контроля – из 3 мужчин и 26 женщин, статистических различий между группами по соотношению мужчин и женщин обнаружено не было.

Результаты исследования МПК в группе СД2 и контроля представлены в таблице 1.

Т-критерий в группе СД2 был значимо выше для поясничных позвонков ( $p=0,052$ ) и бедренной кости ( $p=0,025$ ). Значения Т-критерия для шейки бедра в сравниваемых группах достоверно не различались ( $p=0,265$ ).

До начала работы всем исследуемым была проведена оценка индивидуальной 10-летней вероятности переломов с использованием калькулятора FRAX. При этом не было выявлено достоверных различий риска переломов между обеими группами (см. табл. 1).

Также не было обнаружено достоверных отличий показателя ТКИ в группах СД2 и контроля. Однако при использовании этого индекса при оценке 10-летней вероятности переломов обнаружилось, что риск переломов в группе СД2 был значимо выше, чем в группе контроля (см. табл. 1).

Отдельно было проведено сравнение показателей денситометрии и риска переломов внутри группы пациентов с СД2 с наличием или отсутствием переломов в анамнезе (табл. 2). При этом не было обнаружено значимых различий МПК между группами во всех исследуемых областях, а также различий в показаниях ТКИ.

Индивидуальная 10-летняя вероятность переломов (FRAX) в группе больных СД2 с переломами в анамнезе была значимо выше, чем в контроле, и оставалась таковой после учета значения ТКИ. Однако при этом потребность в лечении (вычисляемая по графику) между группами значимо различалась до использования показателя ТКИ ( $p=0,017$ ), а после добавления в калькулятор FRAX значения ТКИ потребность в лечении в группах достоверно не различалась ( $p=0,177$ ).

Таблица 1. Сравнение групп пациентов с сахарным диабетом 2 типа и группы контроля.

Параметр	СД2	Контроль	P
	Среднее (95% доверительный интервал)		
N	48	29	
Возраст	62,9 (50,0–79,0)	59,9 (50,0–79,0)	0,04
Пол М (%):Ж (%)	5 (10,4%):43(89,6%)	3 (10,3%):26(89,7%)	0,992
Т-критерий в поясничном отделе позвоночника	0,44 (-3,2–4,9)	-0,33 (-2,9–3,0)	0,052
Т-критерий в шейке бедра	-0,6 (-2,6–2,8)	-0,89 (-2,6–0,7)	0,265
Т-критерий общий для бедренной кости	0,51 (-2,1–3,0)	-0,03 (-1,4–1,2)	0,025
Трабекулярный костный индекс	1,36 (1,07–1,58)	1,39 (1,2–1,56)	0,437
Индивидуальная 10-летняя вероятность переломов (FRAX) до включения ТКИ	9,69 (3,8–20,0)	8,09 (2,7–23,0)	0,203
Индивидуальная 10-летняя вероятность переломов (FRAX) с включением ТКИ	8,68 (0,3–25,0)	6,68 (0,4–15,0)	0,04

Табл. 2. Сравнение групп больных сахарным диабетом 2 типа с наличием или отсутствием переломов в анамнезе.

Параметр	СД2 с низкотравматичными переломами	СД2 без низкотравматичных переломов	Р
	Среднее (95% доверительный интервал)		
N	17	31	
Возраст	65,9 (51,0–79,0)	61,3 (50,0–77,0)	0,056
Т-критерий в поясничном отделе позвоночника	0,72 (-1,7– 4,9)	0,29 (-3,2–3,4)	0,62
Т-критерий в шейке бедра	-0,8 (-2,6–2,8)	-0,5 (-2,6–1,4)	0,134
Т-критерий общий для бедренной кости	0,28 (-2,1–2,2)	0,64 (-1,6–3,0)	0,348
Трабекулярный костный индекс	1,36 (1,17–1,55)	1,36 (1,07–1,58)	0,714
Индивидуальная 10-летняя вероятность переломов (FRAX) до включения ТКИ	14,2 (6,9–20,0)	7,2 (3,8–15,0)	0,000
Индивидуальная 10-летняя вероятность переломов (FRAX) с включением ТКИ	11,4 (3,8–25,0)	7,2 (3,8–15,0)	0,002

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе была проведена оценка FRAX с учетом показателя ТКИ при СД2 и изучено влияние этого показателя на принятие решения о терапии остеопороза. Вопрос диагностики остеопороза при СД2 в рутинной клинической практике остается нерешенным вследствие высокой минерализации костей. Повышение показателей МПК при СД2 было описано в большом количестве исследований [9], и в нашей работе также удалось выявить повышенную МПК в поясничных позвонках и бедренной кости у пациентов с СД2 в сравнении с контрольной группой. Хотя снижение МПК, как и при остеопорозе в целом, служит важным критерием для назначения антиостеопоротической терапии, повышенная минерализация костной ткани при СД2 значительно ограничивает использование DXA [10]. Практическому врачу необходимо помнить, что высокие показатели МПК не означают при этом заболелании низкого риска переломов, и поэтому не следует принимать или не принимать решения о назначении лекарственных препаратов только на основании данных DXA. Раннее начало терапии остеопороза в группах высокого риска переломов способствует эффективной профилактике переломов, что особенно важно для пожилых людей и пациентов с множественными осложнениями СД2. Перелом шейки бедра при СД2 был неоднократно подтвержден как независимый предиктор увеличенного риска смертности [11]. Кроме того, у пациентов с СД2 и переломами развивается больше осложнений, чем у пациентов без нарушений углеводного обмена.

Недостаточная эффективность DXA определяет необходимость поиска новых методов диагностики остеопороза при СД2. При этом нужно иметь в виду, что основной причиной повышенной хрупкости кости

и, следовательно, повышенного риска переломов, по всей вероятности, служит нарушение костной микроархитектоники. Одним из методов диагностики подобных нарушений в настоящее время служит определение ТКИ. Специальный пакет программного обеспечения для оценки этого параметра устанавливается на компьютерах остеоденситометров. С помощью этой программы происходит трансформация двумерных изображений в трехмерные, которые позволяют косвенно оценить расположение трабекул, а полученные баллы свидетельствуют о степени устойчивости костной структуры к механическому воздействию. Эффективность ТКИ как диагностического критерия риска переломов была доказана в ряде перекрестных исследований [12, 13]. В одной из работ у больных СД2 обнаружено снижение этого показателя в поясничных позвонках. Однако до настоящего времени не получено достаточного количества данных о роли ТКИ при диагностике остеопороза при СД2. В одной из работ было показано, что использование ТКИ у больных СД2 с хорошей компенсацией заболевания может позволить определить наличие компрессионных переломов позвонков [14]. Применение ТКИ у больных с пограничными значениями 10-летней вероятности переломов по FRAX может позволить определить необходимость начала терапии [15].

В нашей работе нам не удалось обнаружить статистически значимых различий показателей ТКИ между пациентами с СД2 и контролем. Однако определение необходимости лечения в настоящее время производят на основании оценки индивидуальной 10-летней вероятности переломов (FRAX), при этом необходимыми сведениями являются пол, возраст, наличие переломов в анамнезе и наличие классических факторов риска переломов. Исходя из полученного показателя индивидуальной 10-летней вероятности переломов, врач может

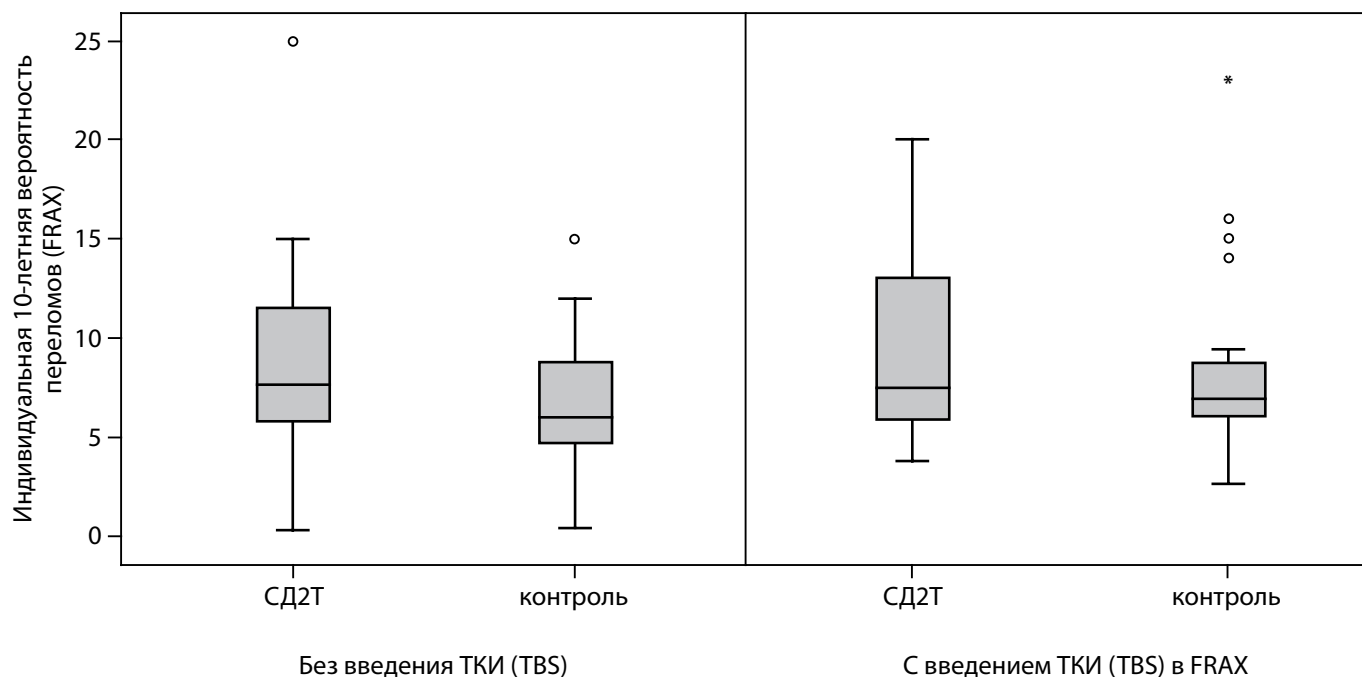


Рис. 4. Индивидуальная 10-летняя вероятность переломов (FRAX) у пациентов с сахарным диабетом 2 типа при внесении поправки на трабекулярный костный индекс

оценить необходимость начала лечения, пользуясь специальными графиками и таблицами [16]

В нашей работе мы не обнаружили значимых различий показателей 10-летней вероятности переломов по FRAX между больными СД2 и контрольной группой, несмотря на наличие в группе сахарного диабета пациентов с низкотравматичными переломами. Однако при учете показателя ТКИ различия стали достоверными, что свидетельствует о возможности этого показателя повышать чувствительность FRAX у пациентов с СД2.

При сравнении двух групп пациентов с СД2 (с наличием и отсутствием переломов в анамнезе) не было обнаружено значимых различий МПК ни в одной из исследуемых областей. У пациентов с переломами 10-летняя вероятность была значимо повышена. Однако следует отметить, что при использовании ТКИ в калькуляторе FRAX потребность в лечении в группе пациентов с переломами перестала отличаться от таковой в группе без переломов. Вместе с тем следует помнить, что, согласно Российским и международным клиническим рекомендациям, пациенты с низкотравматичными переломами в анамнезе должны получать лечение остеопороза независимо от суррогатных критериев оценки вероятности переломов.

Таким образом, в настоящее время для пациентов с СД2 одним из диагностических инструментов, повышающих чувствительность оценки индивидуальной 10-летней вероятности переломов, служит определение ТКИ и его использование в калькуляторе FRAX. Вместе с тем очевидно, что необходимы дальнейшие разработки по оптимизации выбора пациентов, нуждающихся в лечении остеопороза. Кроме того, сохраняются сложности с выбором терапии остеопороза у пациентов с сахарным диабетом. Подавляющее большинство исследований эффективности препаратов для лечения остеопороза оценивалось у пациентов со сниженной МПК [17].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Двухэнергетическая рентгеновская остеоденситометрия не является оптимальным инструментом диагностики остеопороза при СД2 вследствие высокой минерализации костной ткани и сложных нарушений микроархитектоники кости. Оценка индивидуальной 10-летней вероятности переломов (FRAX) с учетом поправки на ТКИ можно считать на сегодняшний день наиболее чувствительным методом выбора пациентов с СД2, нуждающихся в лечении остеопороза. Однако необходимо дальнейшее изучение диагностических тестов и выбора терапии остеопороза при СД2.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Финансирование исследования.** Данное исследование проводилось в рамках НИОКР «Первичный остеопороз и вторичный остеопороз на фоне эндокринопатий, в том числе нарушения костной ткани при сахарном диабете; роль сочетанной эндокринной патологии, дефицита витамина D; генетические и метаболические характеристики орфанных заболеваний костной ткани».

Исследование также было поддержано (предоставление программного обеспечения TBS) неконтролируемыми пожертвованиями компаний «Амджен» и «Тева».

**Конфликт интересов.** Исследование является частью диссертационной работы Ялочкиной Т.О. Остальные авторы не обладают информацией о наличии конфликта интересов при проведении данного исследования.

### Данная статья является репринтом:

Ялочкина Т.О., Белая Ж.Е., Чернова Т.О., Сазонова Н.И., Тарбаева Н.В., Цориев Т.Т., Рожинская Л.Я., Мельниченко Г.А. Использование трабекулярного костного индекса для повышения чувствительности оценки вероятности переломов (FRAX) у пациентов с сахарным диабетом 2 типа // Ожирение и метаболизм. - 2017. - Т. 14. - №4. - С. 67-72. doi: 10.14341/omet2017467-72

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Koh WP, Wang R, Ang LW, et al. Diabetes and Risk of Hip Fracture in the Singapore Chinese Health Study. *Diabetes Care*. 2010;33(8):1766-1770. doi: 10.2337/dc10-0067.
- Vestergaard P, Rejnmark L, Mosekilde L. Diabetes and Its Complications and Their Relationship with Risk of Fractures in Type 1 and 2 Diabetes. *Calcif Tissue Int*. 2008;84(1):45-55. doi: 10.1007/s00223-008-9195-5.
- Bonds DE, Larson JC, Schwartz AV, et al. Risk of Fracture in Women with Type 2 Diabetes: the Women's Health Initiative Observational Study. *J Clin Endocr Metab*. 2006;91(9):3404-3410. doi: 10.1210/jc.2006-0614.
- Vestergaard P. Discrepancies in bone mineral density and fracture risk in patients with type 1 and type 2 diabetes—a meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2006;18(4):427-444. doi: 10.1007/s00198-006-0253-4.
- Ялочкина Т.О., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., и др. Переломы костей при сахарном диабете 2 типа: распространенность и факторы риска. // Сахарный диабет. – 2016. – Т. 19. – № 5. – С. 359-365. [Yalochkina TO, Belaya JE, Rozhinskaya LY, et al. Bone fractures in patients with type 2 diabetes mellitus: prevalence and risk factors. *Diabetes mellitus*. 2016;19(5):359-365. (in Russ.)] doi: 10.14341/dm7796.
- Цориев Т.Т., Белая Ж.Е., Мельниченко Г.А. Трабекулярный костный индекс – неинвазивный метод оценки качества костной ткани на основании рутинной двухэнергетической денситометрии. Перспективы использования в клинической практике. // Альманах Клинической Медицины. – 2016. – Т. 44. – № 4. – С. 462-476. [Tsoriev TT, Belaya ZE, Mel'nichenko GA. Trabecular Bone Score – A non-Invasive Analytical Method to Evaluate Bone Quality Based on Routine Dual-Energy Absorptiometry. Perspectives of Its Use in Clinical Practice. *Almanac of Clinical Medicine*. 2016;44(4):462-476. (in Russ.)] doi: 10.18786/2072-0505-2016-44-4-462-476.
- Hans D, Barthe N, Boutroy S, et al. Correlations Between Trabecular Bone Score, Measured Using Anteroposterior Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Acquisition, and 3-Dimensional Parameters of Bone Microarchitecture: An Experimental Study on Human Cadaver Vertebrae. *J Clin Densitom*. 2011;14(3):302-312. doi: 10.1016/j.jocd.2011.05.005.
- Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., и др. Краткое изложение клинических рекомендаций по диагностике и лечению остеопороза Российской Ассоциации Эндокринологов. // Остеопороз и Остеопатии. – 2016. – № 3. – С. 28-36. [Melnichenko GA, Belaya ZE, Rozhinskaya LY, et al. Summary of Clinical Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Osteoporosis of the Russian Association of Endocrinologists. *Osteoporosis and bone diseases*. 2016;19(3):28-36. (in Russ.)] doi: 10.14341/osteo2016328-36.
- Белая Ж.Е., Смирнова О.М., Дедов И.И. Роль физических нагрузок в норме и при сахарном диабете. // Проблемы эндокринологии. – 2005. – Т.51. – №2. – С. 28-37. [Belaya ZhE, Smirnova OM, Dedov II. Rol' fizicheskikh nagruzok v norme i pri sakharanom diabete. *Problems of endocrinology*. 2005;51(2):28-37. (In Russ.)]
- Strotmeyer ES, Cauley JA, Schwartz AV, et al. Diabetes Is Associated Independently of Body Composition With BMD and Bone Volume in Older White and Black Men and Women: The Health, Aging, and Body Composition Study. *J Bone Miner Res*. 2004;19(7):1084-1091. doi: 10.1359/jbmr.040311.
- Janghorbani M, Van Dam RM, Willett WC, Hu FB. Systematic Review of Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus and Risk of Fracture. *Am J Epidemiol*. 2007;166(5):495-505. doi: 10.1093/aje/kwm106.
- Rabier B, Héraud A, Grand-Lenoir C, et al. A multicentre, retrospective case-control study assessing the role of trabecular bone score (TBS) in menopausal Caucasian women with low areal bone mineral density (BMDa): Analysing the odds of vertebral fracture. *Bone*. 2010;46(1):176-181. doi: 10.1016/j.bone.2009.06.032.
- Winzenrieth R, Dufour R, Pothuau L, Hans D. A Retrospective Case-Control Study Assessing the Role of Trabecular Bone Score in Postmenopausal Caucasian Women with Osteopenia: Analyzing the Odds of Vertebral Fracture. *Calcif Tissue Int*. 2009;86(2):104-109. doi: 10.1007/s00223-009-9322-y.
- Zhukouskaya VV, Ellen-Vainicher C, Gaudio A, et al. The utility of lumbar spine trabecular bone score and femoral neck bone mineral density for identifying asymptomatic vertebral fractures in well-compensated type 2 diabetic patients. *Osteoporos Int*. 2015;27(1):49-56. doi: 10.1007/s00198-015-3212-0.
- Hans D, Šteňová E, Lamy O. The Trabecular Bone Score (TBS) Complements DXA and the FRAX as a Fracture Risk Assessment Tool in Routine Clinical Practice. *Current Osteoporosis Reports*. 2017;15(6):521-531. doi: 10.1007/s11914-017-0410-z.
- Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, et al. Development and use of FRAX® in osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2010;21(S2):407-413. doi: 10.1007/s00198-010-1253-y.
- Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., Мельниченко Г.А. Ибандронат (Бонвива) – новое направление в лечении бисфосфонатами. Лучшая приверженность к лечению – лучший результат. // Остеопороз и остеопатии. – 2006. – № 3. – С. 23-29. [Belaya ZE, Rozhinskaya LY, Melnichenko GA. Ibandronat (Bonviva) – novoe napravlenie v lechenii bisfosfonatami. Luchshaya priverzhennost' k lecheniyu – luchshiy rezul'tat. *Osteoporosis and bone diseases*. 2006;9(3):23-30. (In Russ.)] doi: 10.14341/osteo2006323-30.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

**\*Ялочкина Татьяна Олеговна [Tatiana O. Yalochkina, MD];** адрес: 125373, г. Москва, бульвар Яна Райниса, д. 47 [Address: 47, bulvar Yana Raynisa, Moscow, 125373 Russian Federation]; e-mail: tatiana540@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1097-4557>; eLibrary SPIN: 8837-3254

**Белая Жанна Евгеньевна, д.м.н. [Zhanna E. Belaya, MD, PhD];** email: jannabelaya@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6674-6441>; eLibrary SPIN: 4746-7173

**Чернова Татьяна Олеговна, к.м.н. [Tatiana O. Chernova, MD, PhD];** e-mail: tatcher2@ya.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1966-0159>

**Сазонова Наталья Ивановна [Natalia I. Sazonova, MD];** e-mail: sazonova\_nataliya@list.ru

**Тарбаева Наталья Викторовна, к.м.н. [Natalia V. Tarbaeva, MD, PhD];** e-mail: ntarbaeva@inbox.ru;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7965-9454>; eLibrary SPIN: 5808-8065

**Цориев Тимур Тамерланович [Timur T. Tsoriev, MD];** e-mail: timur.tsoriev@gmail.com;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9074-2291>; eLibrary SPIN: 7234-2499

**Рожинская Людмила Яковлевна, д.м.н., профессор [Liudmila Ya. Rozhinskaya, MD, PhD, Professor];**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7041-0732>; eLibrary SPIN: 5691-7775; e-mail: lrozhinskaya@gmail.com

**Мельниченко Галина Афанасьевна, акад. РАН [Galina A. Mel'nichenko, MD, PhD, Professor];**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5634-7877>; eLibrary SPIN: 8615-0038; e-mail: teofrast2000@mail.ru

**ЦИТИРОВАТЬ:**

Ялочкина Т.О., Белая Ж.Е., Чернова Т.О., Сазонова Н.И., Тарбаева Н.В., Цориев Т.Т., Рожинская Л.Я., Мельниченко Г.А. Использование трабекулярного костного индекса для повышения чувствительности оценки вероятности переломов (FRAX) у пациентов с сахарным диабетом 2 типа // Остеопороз и остеопатии. — 2019. — Т. 22. — №4. — С. 4-11. doi: <https://doi.org/10.14341/osteo12464>

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Yalochkina TO, Belaya ZE, Chernova TO, Sazonova NI, Tarbaeva NV, Tsoriev TT, Rozhinskaya LYa, Melnichenko GA. The assessment of Trabecular bone score to improve the sensitivity of FRAX in patients with type 2 diabetes mellitus. *Osteoporosis and bone diseases*. 2019;22(4):4-11. doi: <https://doi.org/10.14341/osteo12464>