

КОНСЕНСУС ЭКСПЕРТОВ РОССИЙСКОЙ АССОЦИАЦИИ ПО ОСТЕОПОРОЗУ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТРАБЕКУЛЯРНОГО КОСТНОГО ИНДЕКСА В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ



© О.М. Лесняк^{1*}, Ж.Е. Белая², К.Ю. Белова³, С.Ю. Кузнецов⁴, И.А. Скрипникова⁵, Н.В. Торопцова⁶

¹ФГБУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии им. академика И.И. Дедова» Минздрава России, Москва

³ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Ярославль

⁴ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова» Минздрава России, Москва

⁵ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Москва

⁶ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», Москва

Традиционно оценка риска переломов основывается на измерении минеральной плотности костной ткани (МПК) с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (денситометрии). Однако более половины случаев низкоэнергетических переломов происходят у пациентов с МПК в зоне остеопении или даже нормы. Причина в том, что, помимо массы костной ткани, имеет значение и ее микроархитектура, которая не оценивается при стандартной денситометрии. Трабекулярный костный индекс — это неинвазивный, получаемый косвенным путем показатель, характеризующий состояние трабекулярной (губчатой) костной ткани. Он определяется при текстурном анализе изображения, полученного при проведении стандартной денситометрии поясничного отдела позвоночника в прямой проекции. Высокие значения соответствуют хорошо организованной, прочной трабекулярной структуре кости, тогда как низкие значения свидетельствуют о выраженной деградации микроархитектуры. Трабекулярный костный индекс служит самостоятельным предиктором снижения прочности кости, а в сочетании МПК позволяет более точно прогнозировать вероятность перелома, чем каждая из этих величин отдельно. Индекс позволяет уточнить риск как при первичном, так и при вторичном остеопорозе, и в клинической практике применяется как дополнительный параметр при оценке риска остеопороза и переломов.

На основе литературных данных и собственного опыта эксперты Российской ассоциации по остеопорозу сформулировали рекомендации по использованию трабекулярного костного индекса в клинической практике для более точного определения индивидуального риска перелома в рамках современных взглядов на персонализированную медицину.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеопороз; рентгеновская денситометрия; трабекулярный костный индекс.

CONSENSUS OF EXPERTS OF THE RUSSIAN ASSOCIATION ON OSTEOPOROSIS ON THE USE OF THE TRABECULAR BONE SCORE IN CLINICAL PRACTICE

© Olga M. Lesnyak^{1*}, Zhanna E. Belaya², Ksenia Yu. Belova³, Sergey Yu. Kuznetsov⁴, Irina A. Skripnikova⁵, Natalia V. Toroptsova⁶

¹North Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

²Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

³Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

⁴National medical research center for obstetrics, gynecology and perinatology named after academician V.I. Kulakov, Moscow, Russia

⁵National medical research center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia

⁶Research Institute of Rheumatology named after V.A. Nasonova, Moscow, Russia

Traditionally, the assessment of fracture risk is based on measuring bone mineral density using dual-energy X-ray absorptiometry (densitometry). However, more than half of cases of low-energy fractures occur in patients with osteopenia or even normal BMD. The reason is that in addition to the bone mass, its microarchitecture is also important, which is not evaluated by standard densitometry. The trabecular bone score is a non-invasive, indirectly obtained indicator that characterizes the condition of trabecular bone tissue. It is determined by textural analysis of the image obtained during standard DXA of the lumbar spine in a direct projection. High values correspond to a well-organized, robust trabecular bone structure, while low values indicate a pronounced degradation of the microarchitecture. The trabecular bone score serves as an independent predictor of a decrease in bone strength, and combined with bone mineral density, it allows to more accurately predict fracture risk than each of these values separately. The score makes it possible to clarify the risk of both primary and secondary

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.

osteoporosis, and in clinical practice it is used as an additional parameter in assessing the risk of osteoporosis and fractures. Based on the literature data and their own experience, the experts of the Russian Association on Osteoporosis have formulated recommendations on the use of the trabecular bone score in clinical practice to more accurately determine the individual risk of fracture within the framework of personalized medicine.

KEYWORDS: osteoporosis; DXA; Trabecular Bone Score.

Остеопороз — заболевание скелета, характеризующееся хрупкостью костей, которая приводит к повышенному риску переломов. Традиционно оценка риска переломов основывается на измерении минеральной плотности костной ткани (МПК) с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA). Люди с низкой МПК подвержены большему риску переломов: снижение МПК на одно стандартное отклонение приводит к увеличению риска переломов в два раза [1]. МПК объясняет 60–70% вариаций прочности костной ткани. Однако более половины случаев низкоэнергетических переломов происходят у пациентов с МПК в зоне остеопении или даже нормы [2]. Причина в том, что помимо массы костной ткани имеет значение и ее микроархитектура — толщина трабекул, их количество, связанность друг с другом и сепарация, а также толщина и пористость кортикального слоя. Все эти характеристики не оцениваются при стандартной DXA денситометрии.

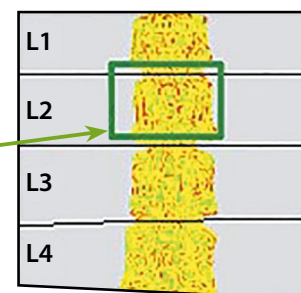
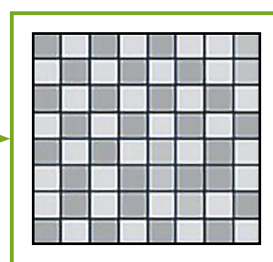
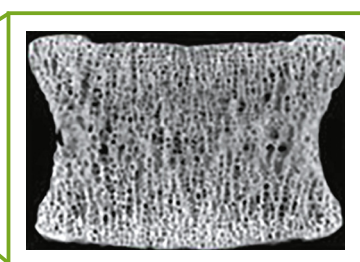
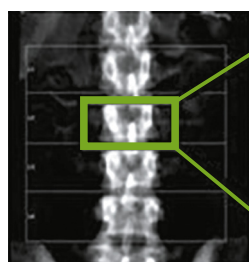
Трабекулярный костный индекс (ТКИ) (Trabecular Bone Score, TBS) — это неинвазивный, получаемый косвенным путем показатель, характеризующий состояние трабекулярной (губчатой) костной ткани. ТКИ определяется при

текстурном анализе изображения, полученного при проведении стандартной DXA денситометрии поясничного отдела позвоночника в прямой проекции. Специальное программное обеспечение (TBS iNsight) анализирует пиксельную текстуру полученного ранее проекционного 2D-изображения с помощью DXA: оцениваются вариации интенсивности (оттенков серого) между соседними участками, что отражает неоднородность распределения минерала в трабекулярной кости [3]. Позвонки в интервале L1-L4 следует без исключений использовать для измерения ТКИ и расчета 10-летней вероятности риска переломов по FRAX®, скорректированной на ТКИ, даже при наличии умеренных дегенеративных изменений и застарелых компрессионных переломов поясничных позвонков. Между тем не рекомендуется проводить анализ ТКИ в случае наличия тяжелых структурных патологических артефактов (ламинэктомия в анамнезе, метастазы, vertebra plana, металлоконструкции и др.) [4].

Высокие значения ТКИ соответствуют хорошо организованной, прочной трабекулярной структуре кости, тогда как низкие значения свидетельствуют о выраженной деградации микроархитектуры (рис. 1). ТКИ $\geq 1,310$

Здоровая костная ткань

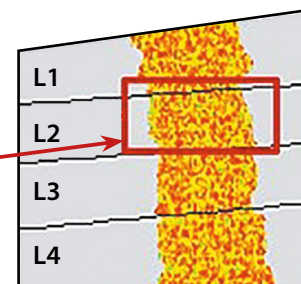
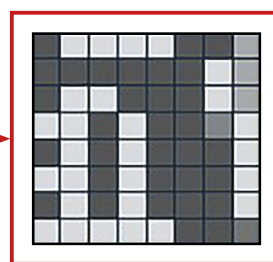
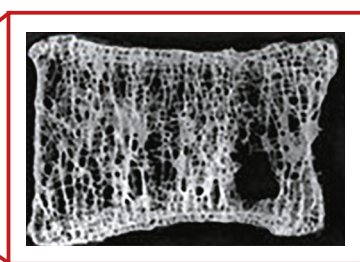
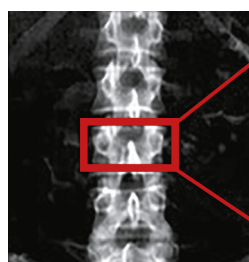
Хорошо структурированная трабекулярная кость



ТКИ=1.360

Остеопороз

Нарушенная трабекулярная кость



ТКИ=1.102

Рисунок 1. Сравнение здоровой трабекулярной кости (вверху) и деградированной трабекулярной кости при остеопорозе (внизу). Здоровая кость имеет плотную, хорошо организованную трабекулярную структуру, что отражается в высоком значении трабекулярного костного индекса (ТКИ) (пример — 1,360). При остеопорозе трабекулы истончены и разрежены, структура нарушена, и расчетный ТКИ снижается (пример — 1,102). Данные получены на основе анализа DXA-изображений поясничных позвонков L1–L4 [по Silva et al. 2014].

условно рассматривается как «нормальная» микроархитектура, 1,230–1,310 — как частично деградированная, а $\leq 1,230$ — как деградированная [5].

Таким образом, ТКИ — важный инструмент оценки риска переломов, который дополняет информацию о состоянии костной ткани, характеризуя «качество» кости в терминах микроархитектуры, тогда как сама по себе МПК отражает лишь «количество» минерального вещества в кости [3].

Для определения ТКИ важно указывать точные цифры массы тела и роста, поскольку даже небольшие отклонения способны привести к неправильным результатам [6]. Для получения корректных результатов рекомендуется определение ТКИ у пациентов с ИМТ в диапазоне от 15 до 37 кг/м².

Многочисленные исследования продемонстрировали, что низкий ТКИ ассоциируется с повышенным риском остеопорозных переломов независимо от показателей МПК и клинических факторов риска, в том числе включенных в калькулятор FRAX. Метаанализ 14 проспективных когорт, включавший 17 809 пациентов, показал, что снижение ТКИ ассоциируется с повышением вероятности основных остеопорозных переломов и особенно переломов проксимального отдела бедренной кости у лиц обоего пола. Каждое снижение ТКИ на стандартное отклонение ассоциировалось с увеличением риска переломов в 1,44 раза (95% ДИ от 1,35 до 1,53) [5]. Более поздний метаанализ на основе 73 108 наблюдений пациентов 40 лет и старше подтвердил эти данные [7].

Таким образом, ТКИ служит самостоятельным предиктором снижения прочности кости. Более того, сочетание информации о МПК и ТКИ позволяет более точно прогнозировать вероятность перелома, чем каждая из этих величин отдельно. В частности, сочетание у пациента низкой МПК (отражающей малую массу кости) и низкого ТКИ (отражающего нарушенную микроархитектуру) указывает на наличие сразу двух ключевых факторов хрупкости костей и соответствует максимальному риску перелома.

В клинической практике ТКИ применяется как дополнительный параметр при оценке риска остеопороза и переломов. Международные организации по остеопорозу включили его в свои рекомендации. Например, Международное общество клинической денситометрии (International Society for Clinical Densitometry, ISCD) [4], Европейское общество по клиническим и экономическим аспектам остеоартрита и остеопороза (European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis, ESCEO) и Международный фонд остеопороза (International Osteoporosis Foundation, IOF) [8] поддерживают использование ТКИ для оценки риска переломов у женщин в постменопаузе и мужчин старше 50 лет. В популяционных исследованиях показано, что добавление ТКИ к расчету вероятности перелома с помощью калькулятора FRAX может привести к реклассификации части пациентов из умеренного риска в группу высокого риска или наоборот, что, в свою очередь, повлияет на выбор терапии [8].

Исследования также продемонстрировали, что ТКИ в комбинации с МПК или клиническими факторами риска сохранял высокую прогностическую значимость даже у пациентов, получавших антирезорбтивную тера-

пию (преимущественно бисфосфонатами) в среднем в течение 5,6 года [9].

Хотя ISCD не рекомендует использовать ТКИ в рутинной практике для мониторингирования эффективности лечения остеопороза, ESCEO и IOF в совместной позиции считают, что ТКИ может дать полезную информацию при оценке лечения у пациентов, получающих костно-анаболические препараты или длительную (более 5 лет) терапию деносунабом. При этом среднее наименьшее значимое изменение ТКИ в аппаратах Hologic и GE, согласно литературным данным, составляет 3,79% [8].

Особую роль ТКИ играет в прогнозировании риска переломов у пациентов с вторичным остеопорозом, когда риск мало зависит от МПК: при сахарном диабете 2 типа, при глюкокортикоид-индуцированном остеопорозе, в том числе вследствие эндогенного гиперкортицизма, то есть без воспалительного компонента [10], хронической болезни почек, воспалительных ревматических заболеваниях (ревматоидный артрит, анкилозирующий спондилоартрит, ревматическая полимиалгия, системная красная волчанка, системный склероз) и др., а также в оценке скелетных эффектов ингибиторов ароматазы, андроген-депривационной терапии.

20 февраля 2026 г. эксперты Российской ассоциации по остеопорозу на совещании, организованном при поддержке компании GEHealthCare, обсудили возможности применения ТКИ в клинической практике и сформулировали следующие положения.

1. ТКИ — полезный инструмент для использования в клинической практике при оценке индивидуального риска переломов, который может улучшить дискриминацию рисков.
2. Рекомендуется определять ТКИ в каждом случае проведения DXA денситометрии поясничного отдела позвоночника у женщин в постменопаузе и у мужчин старше 50 лет, поскольку это будет способствовать уточнению степени риска. Особое внимание следует уделять пациентам со следующими заболеваниями/состояниями: ревматоидный артрит, анкилозирующий спондилоартрит, системная красная волчанка, системный склероз, сахарный диабет 2 типа, хроническая болезнь почек, а также глюкокортикоид-индуцированном остеопорозе, ингибиторы ароматазы и андроген-депривационную терапию. Также ТКИ полезен во всех случаях, когда величина 10-летней вероятности переломов по FRAX близка к порогу вмешательства или МПК в зоне остеопении.
3. Используемая в настоящее время версия программы по определению ТКИ допускает проведение измерения только у пациентов с индексом массы тела между 15 и 37 кг/м². ТКИ оценивается в тех же позвонках, в которых проводится измерение МПК. В случае существенной разницы между МПК и ТКИ (например, нормальная МПК и ТКИ в зоне значительной деградации) может быть поводом для исключения вторичных причин остеопороза.
4. Оценка ТКИ должна проводиться по абсолютным значениям: ТКИ $\geq 1,310$ нормальная, (1,230–1,310) — частично нарушенная, ($\leq 1,230$) — значительно деградированная микроархитектура. Т-критерий трабекулярного костного индекса не должен приниматься в рассмотрение.

Минеральная плотность костной ткани (Т-критерий)

Трабекулярный костный индекс		Норма	Остеопения	Остеопороз
	Норма >1,31			
	Частичная деградация между 1,23 и 1,31			
	Деградация <1,23			
	Риск низкий	Риск умеренный	Риск высокий	Риск очень высокий

Рисунок 2. Использование трабекулярного костного индекса для коррекции риска перелома по минеральной плотности костной ткани.

- ТКИ не имеет самостоятельного значения, и его величина сама по себе не является показанием для начала лечения остеопороза. Он должен использоваться для уточнения риска, оцениваемого при подсчете 10-летней вероятности перелома по FRAX. Если подсчет FRAX невозможен, тогда проводится корректировка МПК по ТКИ (доступна в некоторых современных моделях DXA) или по таблице (рис. 2). Не рекомендуется проводить одновременно обе корректировки (и по FRAX, и по МПК), поскольку это переоценивает роль ТКИ.
- Результаты подсчета 10-летней вероятности переломов по FRAX, скорректированные по ТКИ, либо Т-критерий МПК, скорректированный по ТКИ, могут использоваться для принятия решения об инициации терапии остеопороза, согласно клиническим рекомендациям «Остеопороз» [11, 12].
- Как правило, мониторинг эффективности терапии остеопороза с помощью ТКИ не проводится. Исключение составляют деносумаб при приеме более 5 лет и костно-анаболическая терапия (терипаратид, ромосозумаб). В этом случае индивидуальная оценка динамики ТКИ в абсолютных значениях должна проводиться на основе наименьшего значимого изменения (least significant change, LSC), специфичного для каждого денситометра по аналогии с тем, как проводится оценка динамики МПК. При существенном

снижении ТКИ (превосходящем LSC), необходимо исключить вторичную причину остеопороза или рассмотреть вопрос о необходимости альтернативного лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение ТКИ при прогнозировании риска переломов оправдано, поскольку он позволяет уточнить риск как при первичном, так и при вторичном остеопорозе. Наиболее целесообразно использование ТКИ в комбинации с МПК, поскольку это позволяет дать многогранную оценку как массы, так и качества костной ткани, а также с клиническими факторами риска (FRAX). Эксперты надеются, что сформулированные положения консенсуса будут способствовать более широкому внедрению в практику этого полезного инструмента, что позволит точнее определять индивидуальный риск перелома в рамках современных взглядов на персонализированную медицину.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанного с публикацией данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ*. 1996;312(7041):1254-9. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.312.7041.1254>
- Sanders KM, Nicholson GC, Watts JJ, Pasco JA, Henry MJ, Kotowicz MA, Seeman E. Half the burden of fragility fractures in the community occur in women without osteoporosis. When is fracture prevention cost-effective? *Bone*. 2006;38(5):694-700. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bone.2005.06.004>
- Silva BC, Leslie WD, Resch H, Lamy O, Lesnyak O, Binkley N, et al. Trabecular bone score: a noninvasive analytical method based upon the DXA image. *J Bone Miner Res*. 2014;29(3):518-30. doi: <https://doi.org/10.1002/jbmr.2176>. Erratum in: *J Bone Miner Res*. 2017;32(11):2319. doi: <https://doi.org/10.1002/jbmr.3218>
- Shuhart C, Cheung A, Gill R, Gani L, Goel H, Szalat A. Executive Summary of the 2023 Adult Position Development Conference of the International Society for Clinical Densitometry: DXA Reporting, Follow-up BMD Testing and Trabecular Bone Score Application and Reporting. *J Clin Densitom*. 2024;27(1):101435. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2023.101435>. Epub 2023 Oct 31. Erratum in: *J Clin Densitom*. 2025;28(1):101548. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2024.101548>
- McCloskey EV, Odén A, Harvey NC, Leslie WD, Hans D, Johansson H, et al. A Meta-Analysis of Trabecular Bone Score in Fracture Risk Prediction and Its Relationship to FRAX. *J Bone Miner Res*. 2016;31(5):940-8. doi: <https://doi.org/10.1002/jbmr.2734>
- Binkley N, Krueger D, Leslie WD. Accurate Weight and Height Measurement is Essential for Correct Trabecular Bone Score Determination. *J Clin Densitom*. 2023;26(1):52-54. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2022.11.003>
- Goel H, Binkley N, Hans D, Leslie WD. Fracture risk gradient assessed by categories of bone mineral density and trabecular bone score: the Manitoba BMD Registry. *Arch Osteoporos*. 2023;18(1):73. doi: <https://doi.org/10.1007/s11657-023-01284-0>

8. Shevroja E, Reginster JY, Lamy O, Al-Daghri N, Chandran M, et al. Update on the clinical use of trabecular bone score (TBS) in the management of osteoporosis: results of an expert group meeting organized by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO), and the International Osteoporosis Foundation (IOF) under the auspices of WHO Collaborating Center for Epidemiology of Musculoskeletal Health and Aging. *Osteoporos Int.* 2023;34(9):1501-1529. doi: <https://doi.org/10.1007/s00198-023-06817-4>
9. Leslie WD, Hans D, Silva BC. Fracture Prediction from Trabecular Bone Score is Unaffected by Anti-Resorptive Treatment: A Registry-Based Cohort Study. *J Clin Densitom.* 2023;26(1):10-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2023.01.001>
10. Belaya ZE, Hans D, Rozhinskaya LY, Dragunova NV, Sasonova NI, et al. The risk factors for fractures and trabecular bone-score value in patients with endogenous Cushing's syndrome. *Arch Osteoporos.* 2015;10:44. doi: <https://doi.org/10.1007/s11657-015-0244-1>
11. Клинические рекомендации «Остеопороз» https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/87_5
12. Belaya Z, Rozhinskaya L, Dedov I, Drapkina O, Fadeev V, et al. A summary of the Russian clinical guidelines on the diagnosis and treatment of osteoporosis. *Osteoporos Int.* 2023;34(3):429-447. doi: <https://doi.org/10.1007/s00198-022-06667-6>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Лесняк Ольга Михайловна**, д.м.н., профессор [**Olga Lesnyak**, Professor]; адрес: 190068, Санкт-Петербург, ул. Б. Подъячская, 30 [address: 30, B. Pod'yacheskaya, St. Petersburg 190068]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0143-0614>; Researcher ID: J-5512-2013; Scopus Author ID: 56769681100; eLibrary SPIN: 6432-4188; e-mail: olga.m.lesnyak@yandex.ru

Белая Жанна Евгеньевна, д.м.н. [Zhanna E. Belaya, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6674-6441>; eLibrary SPIN: 4746-7173; e-mail: jannabelaya@gmail.com

Белова Ксения Юрьевна, д.м.н., доцент [Kseniia Y. Belova, MD, PhD, Associate Professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7856-1567>; Researcher ID: ABA-3189 2021; Scopus Author ID: 211009-011586; eLibrary SPIN: 4372-8670; e-mail: ksbelova@mail.ru

Кузнецов Сергей Юрьевич, к.м.н. [Sergey Kuznetsov, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6252-860X>; e-mail: kuznetsov.s@list.ru

Скрипникова Ирина Анатольевна, д.м.н. [Irina A. Skripnikova, MD, PhD, Dr. habil.]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1763-0725>; Scopus Author ID: 6602554529; eLibrary SPIN: 1514-0880; e-mail: iskripnikova@gnicpm.ru

Торопцова Наталья Владимировна, д.м.н. [Natalia V. Toroptsova, MD, Dr Sci (Med.)]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4739-4302>; eLibrary SPIN: 5650-2058; e-mail: toroptsovan@mail.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.

ИНФОРМАЦИЯ

Рукопись получена: 16.03.2026. Одобрена к публикации: 07.05.2026.

ЦИТИРОВАТЬ:

Лесняк О.М., Белая Ж.Е., Белова К.Ю., Кузнецов С.Ю., Скрипникова И.А., Торопцова Н.В. Консенсус экспертов Российской ассоциации по остеопорозу по применению трабекулярного костного индекса в клинической практике // *Остеопороз и остеопатии*. — 2026. — Т. 29. — №1. — С. 45-49. doi: <https://doi.org/10.14341/osteo13227>

TO CITE THIS ARTICLE:

Lesnyak OM, Belaya ZE, Belova KY, Kuznetsov SY, Skripnikova IA, Toroptsova NV. Consensus of experts of the Russian Osteoporosis Association on the use of trabecular bone index in clinical practice. *Osteoporosis and bone diseases.* 2026;29(1):45-49. doi: <https://doi.org/10.14341/osteo13227>