

Минеральная плотность кости, трабекулярный костный индекс и мочевая кислота у больных ревматоидным артритом

Козырева М.В., Добровольская О.В., Демин Н.В., Торопцова Н.В.
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой», Москва
Россия, 115522, Москва, Каширское шоссе, 34А

Цель исследования — оценить минеральную плотность кости (МПК), трабекулярный костный индекс (ТКИ) и их связь с уровнем мочевой кислоты (МК) у женщин с ревматоидным артритом (РА).

Материал и методы. В исследование включено 165 женщин с подтвержденным диагнозом РА (медиана возраста — 63,0 [54,0; 68,0] года). Проведено клинично-лабораторное обследование, в том числе определение уровня МК в сыворотке крови и двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия с оценкой МПК в поясничном отделе позвоночника (L_{1-IV}), шейке бедра (ШБ) и общего показателя бедра (ОПБ). У всех пациенток на основании измерения МПК L_{1-IV} определен ТКИ.

Результаты и обсуждение. Средний уровень МК у обследованных составил $265,9 \pm 73,2$ мкмоль/л. Установлена позитивная корреляция МПК по ОПБ и негативная корреляция ТКИ с уровнем МК ($r=0,18$, $p=0,023$ и $r=-0,25$, $p=0,001$ соответственно). В многофакторном регрессионном анализе у пациенток в постменопаузе выявлена независимая связь МПК во всех областях измерения и ТКИ с уровнем МК ($p<0,05$), у женщин в пременопаузе значимая ассоциация между МПК, ТКИ и уровнем МК не обнаружена.

Заключение. У пациенток в постменопаузе с РА продемонстрирована позитивная независимая связь уровня МК с МПК и негативная — с ТКИ. Для фертильных женщин такой взаимосвязи не выявлено.

Ключевые слова: минеральная плотность кости; трабекулярный костный индекс; мочевая кислота; ревматоидный артрит.

Контакты: Ольга Валерьевна Добровольская; olgavdobr@mail.ru

Для цитирования: Козырева МВ, Добровольская ОВ, Демин НВ, Торопцова НВ. Минеральная плотность кости, трабекулярный костный индекс и мочевая кислота у больных ревматоидным артритом. Современная ревматология. 2025;19(4):40–45. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2025-4-40-45>

Bone mineral density, trabecular bone score, and uric acid in patients with rheumatoid arthritis

Kozyreva M.V., Dobrovolskaya O.V., Demin N.V., Toropectova N.V.
V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow
34A, Kashirskoye Shosse, Moscow 115522, Russia

Objective: to assess bone mineral density (BMD), trabecular bone score (TBS), and their relationship with serum uric acid (UA) levels in women with rheumatoid arthritis (RA).

Material and methods. The study included 165 women with confirmed RA (median age 63.0 [54.0; 68.0] years). All participants underwent clinical and laboratory evaluation, including serum UA level measurement and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) to assess BMD at the lumbar spine (L_{1-IV}), femoral neck (FN), and total hip (TH). TBS was determined for all patients based on L_{1-IV} BMD measurements.

Results and discussion. The mean UA level was 265.9 ± 73.2 $\mu\text{mol/L}$. A positive correlation was observed between UA level and BMD at the TH ($r=0.18$, $p=0.023$), and a negative correlation was found between UA level and TBS ($r=-0.25$, $p=0.001$). In multivariate regression analysis, a significant independent association of UA level with both BMD across all measured sites and TBS was identified in postmenopausal women ($p<0.05$). No significant associations were observed in premenopausal women.

Conclusion. In postmenopausal women with RA, serum UA levels showed a positive independent association with BMD and a negative association with TBS. No such relationship was observed in women of reproductive age.

Keywords: bone mineral density; trabecular bone score; uric acid; rheumatoid arthritis.

Contact: Olga Valeryevna Dobrovolskaya; olgavdobr@mail.ru

For citation: Kozyreva MV, Dobrovolskaya OV, Demin NV, Toropectova NV. Bone mineral density, trabecular bone score, and uric acid in patients with rheumatoid arthritis. Sovremennaya Revmatologiya=Modern Rheumatology Journal. 2025;19(4):40–45. (In Russ.). <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2025-4-40-45>

Двумя составляющими остеопороза (ОП) как системного заболевания скелета являются снижение минеральной плотности кости (МПК) и нарушение внутренней структуры костной ткани, ее микроархитектоники. И если в реальной клинической практике МПК давно и успешно определяется в первую очередь с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (Dual Energy X-ray Absorptiometry, DXA), то микроархитектоника костной ткани до недавнего времени оценивалась только с использованием инвазивного метода (гистоморфометрия биоптата гребня подвздошной кости) или дорогостоящей и сложной в интерпретации количественной компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Поэтому изучение внутренней структуры кости было прерогативой фундаментальных научных работ. Сегодня получить представление о внутренней структуре кости можно, не прибегая к сложным и дорогостоящим процедурам. С этой целью разработан трабекулярный костный индекс (ТКИ) — неинвазивный расчетный способ определения качества костной ткани с помощью сканов поясничного отдела позвоночника (L_{1-IV}), полученных при стандартной DXA. Данная методика хорошо изучена у женщин в постменопаузе и может применяться для коррекции прогнозирования 10-летней вероятности остеопоротических переломов с помощью инструмента FRAX [1]. В настоящее время проводятся исследования информативности ТКИ при вторичном ОП, развившемся на фоне различных заболеваний, в том числе у пациентов с ревматической патологией. Однако результаты этих исследований весьма неоднозначны [2–4].

В фокусе внимания исследователей остается выявление связей между состоянием кости и различными биомаркерами. Так, на протяжении ряда лет активно изучается значение мочевой кислоты (МК) в патогенезе ОП, возможное ее влияние на клетки костной ткани и МПК. И хотя показана позитивная связь между уровнем МК и величиной МПК [5, 6], некоторыми авторами признается неоднозначная роль МК и в реакциях, вызванных окислительным стрессом, и в ее непосредственном воздействии на МПК. Также противоречивы данные о связи МК с ОП и низкоэнергетическими переломами [7, 8].

В ряде исследований, посвященных изучению ассоциации МПК и МК, представлены данные о связи МК с ТКИ [9]. Подобные данные у больных с ревматическими заболеваниями практически отсутствуют, что требует отдельного анализа.

Цель исследования — оценить МПК, ТКИ и их связь с уровнем МК у женщин с ревматоидным артритом (РА).

Материал и методы. В исследование включены женщины с диагнозом РА, соответствующим критериям ACR (American College of Rheumatology) / EULAR (European Alliance of Associations for Rheumatology), в возрасте 40–75 лет, обратившиеся в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой» (НИИР им. В.А. Насоновой) и подписавшие информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии не включения: невозможность проведения денситометрического обследования хотя бы в одном отделе осевого скелета вследствие наличия эндопротезов тазобедренных суставов и металлоконструкций в поясничном отделе позвоночника; эндокринные заболевания с доказанным отрицательным влиянием на костную ткань (первичный гиперпаратиреоз, сахарный диабет, гипертиреоз), перекрестные аутоиммунные ревматические синдромы, подагра, прием препаратов, влияющих на метаболизм и выведение МК (ал-

лопуринол, фебуксостат, диуретики); хронические заболевания печени, хронические воспалительные заболевания кишечника; хроническая болезнь почек со скоростью клубочковой фильтрации <30 мл/мин; диспансерное наблюдение онкологом.

Работа проводилась в рамках поисковой научной темы НИИР им. В.А. Насоновой, получившей одобрение локального комитета по этике.

Помимо стандартного клинического обследования, у всех пациенток определяли уровень МК (анализатор Cobas C311, Roche) и проводили DXA (денситометр Lunar Prodigy GE, США) для оценки МПК. Критерием гиперурикемии (ГУ) являлся уровень МК ≥ 360 мкмоль/л. DXA выполнялась по стандартному протоколу измерения МПК в L_{1-IV} и проксимальном отделе бедра, в котором анализировали общий показатель бедра (ОПБ) и показатель шейки бедра (ШБ). Состояние кости оценивалось по абсолютному значению МПК (в г/см²), T- или Z-критерию в зависимости от менструального статуса и по ТКИ, который определяли с помощью программного обеспечения TBS Insight версии 3.0 (Med-Imaps, Франция). При значениях T-критерия $\leq -2,5$ стандартных отклонений (СО) у женщин в постменопаузе или Z-критерия $< -2,0$ СО у женщин с сохраненным менструальным циклом диагностировали ОП. ТКИ $\geq 1,31$ расценивался как норма, $1,23 < \text{ТКИ} < 1,31$ — как частично деградированная трабекулярная ткань, ТКИ $\leq 1,23$ — как деградированная трабекулярная ткань [10].

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 12.0 (StatSoft, США). Применялась описательная статистика: непрерывные переменные были представлены с использованием средних значений со стандартным отклонением ($M \pm SD$) или медианы с интерквартильным интервалом (Me [25-й; 75-й перцентили]) для нормально распределенных величин и для величин с ассиметричным распределением соответственно. Категориальные переменные выражали в абсолютных значениях и относительных частотах (n, %). Сравнительный анализ проводился с применением T-теста Стьюдента и U-теста Манна–Уитни в зависимости от соответствия изучаемого признака закону нормального распределения. Для оценки ассоциативных связей между различными параметрами использовали корреляционный анализ по Спирмену (r-коэффициент корреляции) и линейный однофакторный и многофакторный регрессионный анализы (коэффициент регрессии β и стандартная ошибка оценки — standard error of estimate, SEE). Многофакторная регрессия проведена прямым пошаговым методом. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Обследовано 165 женщин с РА, 84,8% из которых были в постменопаузальном периоде. Медиана длительности РА составила 8 лет, глюкокортикоиды (ГК) принимали 54,5% пациенток, средняя длительность приема ГК — 3 года, а их средняя суточная доза — 5 мг в преднизолоновом эквиваленте (табл. 1). Частота ОП хотя бы в одной области измерения — 41,2%, в том числе в L_{1-IV} — 29,1%, в ШБ — 23,0%, по ОПБ — 12,7%. Деградированная микроархитектура кости выявлена с помощью ТКИ у 35,2% пациенток.

Уровень МК в обследованной группе составил в среднем $265,9 \pm 73,2$ мкмоль/л. ГУ выявлена у 19 (11,5%) пациенток. Показатели МПК в разных отделах скелета и ТКИ в зависимости от наличия ГУ представлены в табл. 2. Пациентки с ГУ имели значимо более высокую МПК в L_{1-IV} и по ОПБ, в

Таблица 1. Характеристика больных (n=165)
Table 1. Characteristics of patients (n=165)

Показатель	Значение
Возраст, годы, Ме [25-й; 75-й перцентили]	63,0 [54,0; 68,0]
Пациентки в постменопаузе, n (%)	140 (84,8)
ИМТ, кг/м ² , Ме [25-й; 75-й перцентили]	25,4 [22,4; 29,1]
Курение, n (%)	27 (16,4)
Суточное потребление кальция с пищей, мг, Ме [25-й; 75-й перцентили]	607,2 [446,7; 788,0]
Переломы в анамнезе, n (%)	47 (28,5)
Длительность РА, годы, Ме [25-й; 75-й перцентили]	8,0 [3,5; 13,0]
РФ+, n (%)	132 (80,0)
АЦЦП+, n (%)	119 (76,2)*
СОЭ, мм/ч, Ме [25-й; 75-й перцентили]	22 [13; 36]
СРБ, мг/л, Ме [25-й; 75-й перцентили]	5,1 [1,4; 12,2]
DAS28, М±SD	4,93±1,17
Прием ГК, n (%)	90 (54,5)
Длительность приема ГК, годы, Ме [25-й; 75-й перцентили]	3,0 [1,5; 7,0]
Средняя суточная доза ГК, мг, Ме [25-й; 75-й перцентили]	5,0 [1,25; 7,5]
БПВП, n (%)	131 (79,4)
ГИБП, n (%)	53 (32,1)
МПК L1-IV, г/см ² , М±SD	1,030±0,212
МПКшб, г/см ² , М±SD	0,804±0,142
МПКопб, г/см ² , М±SD	0,849±0,153
ТКИ, М±SD	1,28±0,14
ТКИ ≥1,31, n (%)	71 (43,0)
1,31<ТКИ>1,23, n (%)	36 (21,8)
ТКИ ≤1,23, n (%)	58 (35,2)

Примечание. ИМТ — индекс массы тела; РФ — ревматоидный фактор; АЦЦП — антитела к циклическому цитруллинированному пептиду; DAS28 (Disease Activity Score 28) — индекс оценки активности РА в 28 суставах; БПВП — базисные противовоспалительные препараты; ГИБП — генно-инженерные биологические препараты. * — уровень АЦЦП определен у 156 пациенток.

то время как МПК в ШБ и ТКИ при наличии и отсутствии ГУ значимо не различались. Частота ОП в разных отделах скелета также не различалась в зависимости от уровня МК.

Корреляционный анализ выявил значимые положительные связи МПК в различных отделах скелета с возрастом, ИМТ и клиренсом креатинина. Кроме того, МПК в ШБ коррелировала с СОЭ и уровнем АЦЦП. Значение ТКИ было связано с возрастом и клиренсом креатинина. Установлено, что МПК по ОПБ позитивно, а ТКИ негативно коррелировали с уровнем МК (табл. 3).

При проведении однофакторного линейного регрессионного анализа подтверждена положительная взаимосвязь уровня МК с МПКопб и отрицательная с ТКИ. В дальнейшем пациентки были разделены на подгруппы в зависимости от

наличия постменопаузы. Показано, что у женщин в пременопаузе не было значимой связи уровня МК с МПК во всех областях измерения, а также с ТКИ, в то время как у женщин в постменопаузе обнаружена значимая связь между этими показателями (табл. 4).

Для подтверждения ассоциации уровня МК с МПК и ТКИ проведен регрессионный анализ с включением в качестве ковариат возраста, ИМТ и клиренса креатинина. В обследованной группе в целом не выявлено связи между МПКL1-IV и уровнем МК ($\beta=0,12$, $p=0,107$); обнаружена позитивная корреляция между МПКопб и уровнем МК ($\beta=0,16$, $p=0,029$). Для МПКшб в качестве ковариат также были добавлены СОЭ и уровень АЦЦП, при этом значимая связь с уровнем МК не установлена ($\beta=-0,01$, $p=0,880$). ТКИ с поправкой на

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ORIGINAL INVESTIGATIONS

Таблица 2. МПК и ТКИ в зависимости от наличия ГУ
Table 2. BMD and TBS depending on the presence of hyperuricemia

Показатель	Уровень МК		p
	<360 мкмоль/л (n=146)	360 мкмоль/л (n=19)	
L_{I-IV}:			
МПК, г/см ² , M±SD	1,015±0,199	1,149±0,268	0,009
Т-критерий, CO, Me [25-й; 75-й перцентили]	-1,6 [-2,7; 0,0]	-0,7 [-1,5; -0,7]	0,035
ОП, n (%)	46 (31,5)	2 (10,5)	0,058
ШБ:			
МПК, г/см ² , M±SD	0,801±0,135	0,835±0,188	0,319
Т-критерий, CO, Me [25-й; 75-й перцентили]	-1,8 [-2,4; -1,0]	-2,0 [-2,3; -0,5]	0,777
ОП, n (%)	34 (23,3)	4 (21,0)	0,828
ОПБ:			
МПК, г/см ² , M±SD	0,840±0,137	0,917±0,233	0,038
Т-критерий, CO, Me [25-й; 75-й перцентили]	-1,5 [-2,1; -0,6]	-1,1 [-2,1; 0,1]	0,058
ОП, n (%)	19 (13,0)	2 (10,5)	0,760
ТКИ, M±SD	1,28±0,14	1,25±0,11	0,204
ТКИ ≥1,31, n (%)	66 (45,2)	5 (26,3)	
1,31<ТКИ<1,23, n (%)	30 (20,5)	6 (31,6)	0,269
ТКИ ≤1,23, n (%)	50 (34,2)	8 (42,1)	

возраст и клиренс креатинина показал независимую негативную связь с уровнем МК ($\beta=-0,16$, $p=0,032$).

При субанализе, проведенном у женщин в постменопаузе с включением перечисленных выше ковариат, выявлена независимая корреляция уровня МК с МПК в L_{I-IV} ($\beta=0,18$, $p=0,021$), МПК_{ОПБ} ($\beta=0,19$, $p=0,016$) и ТКИ ($\beta=-0,19$, $p=0,027$). Связь уровня МК с МПК_{ШБ} не обнаружена ($\beta=-0,02$, $p=0,800$).

У женщин в пременопаузе связи уровня МК с МПК во всех отделах и ТКИ не установлено ($p>0,05$).

Обсуждение. Представленное исследование является одним из первых в России, в котором анализируется связь МПК и ТКИ с уровнем МК у больных РА. В нашу работу были включены женщины старше 40 лет с РА, не имевшие других заболеваний с известным отрицательным влиянием на костную ткань. В данной когорте мы отметили значимую взаимосвязь уровня МК с МПК только по ОПБ, при этом не обнаружено ассоциации между этими показателями у женщин в пременопаузе, в то время как у пациенток в постменопаузе имелась значимая взаимосвязь уровня МК с МПК во всех отделах скелета. S. Hermann и соавт. [11] не установлено ассоциации МК с МПК у женщин с РА в постменопаузе, хотя отмечена обратная связь уровня МК с МПК у пациенток с сохраненной функцией яичников. Однако, как признали сами авторы, выборка женщин в пременопаузе была небольшой (9,6%), что потенциально могло привести к смещению результатов и меньшей надежности выводов.

В исследовании корейских авторов линейный регрессионный анализ показал, что у женщин в постменопаузе с РА большие значения МК сыворотки крови были независимо связаны с более высокой МПК в ШБ и по ОПБ, а с L_{I-IV} такая связь не выявлена [12]. В работе S. Kim и соавт. [13] также наблюдалась позитивная корреляция между уровнем МК и МПК.

По данным ряда авторов, в популяции МПК позитивно коррелирует с ТКИ как в L_{I-IV}, так и в бедренной кости [14, 15] и, следовательно, можно ожидать что при хроническом

воспалении, вызванном РА, негативно влияющем на костную ткань и приводящем к уменьшению МПК, ТКИ также может оказаться сниженным. Действительно, в обследованной нами когорте более чем у 35% женщин трабекулярная ткань была деградированной, а еще почти у 22% — частично деградированной.

Средний уровень МК у женщин с РА составил 265,9 мкмоль/л, и частота ГУ была небольшой (11,5%). В исследовании H.N. Lee и соавт. [12] у женщин с РА в постменопаузе уровень МК также оказался невысоким — 237 мкмоль/л. В многофакторном линейном регрессионном анализе авторами установлена независимая значимая связь уровня МК с МПК в ШБ и по ОПБ, но не в L_{I-IV}.

Мы также обнаружили значимую позитивную связь уровня МК с МПК по ОПБ, а в области L_{I-IV} наблюдалась только тенденция к прямой корреляции ($p=0,066$). Можно было ожидать, что ТКИ будет аналогичным образом связан с уровнем МК, однако корреляция оказалась обратной ($r=-0,25$; $p=0,001$). Эти данные согласуются с результатами, полученными Y. Li и соавт. [9], которые провели субанализ базы данных NHANES (The National Health And Nutrition Examination Survey, 2005–2008). Были отобраны данные почти 6 тыс. участников исследования. В анализ не включали лиц с РА, сахарным диабетом, хронической болезнью почек, онкологическими заболеваниями, а также получавших бисфосфонаты, аллопуринол, диуретики и ГК. Были выделены четыре группы по квартилям уровня

Таблица 3. Корреляция МПК и ТКИ с уровнем МК
Table 3. Correlation of BMD and TBS with serum uric acid levels

Показатель	r	p
МПК L _{I-IV}	0,14	0,066
МПК _{ШБ}	0,06	0,454
МПК _{ОПБ}	0,18	0,023
ТКИ	-0,25	0,001

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ / ORIGINAL INVESTIGATIONS

Таблица 4. Взаимосвязь уровня МК с МПК и ТКИ (однофакторная линейная регрессия)
Table 4. Association between serum uric acid level and BMD/TBS (univariate linear regression)

Показатель	Вся группа		Пациентки с РА			
	β (SEE)	p	в пременопаузе β (SEE)	p	в постменопаузе β (SEE)	p
МПК L _{1-IV}	0,14 (0,08)	0,066	-0,08 (0,21)	0,714	0,30 (0,08)	<0,001
МПК _{шб}	0,06 (0,08)	0,454	0,15 (0,21)	0,493	0,18 (0,08)	0,032
МПК _{копб}	0,18 (0,08)	0,023	0,17(0,21)	0,437	0,28 (0,08)	0,001
ТКИ	-0,25 (0,08)	0,002	-0,05 (0,21)	0,821	-0,18 (0,08)	0,036

МК и проведен ковариационный анализ с учетом факторов, которые могли повлиять на связь между МК и ТКИ, в том числе в качестве ковариат во всех моделях рассматривались возраст и ИМТ. Самый высокий ТКИ был в группе с 1-м квартилем уровня МК, а самый низкий — в группе с 4-м квартилем, т. е. с самым высоким уровнем МК ($p < 0,001$). Значимая отрицательная связь между ТКИ и концентрацией МК выявлена во всех линейных регрессионных моделях независимо от коррекции ковариат. При анализе в подгруппах наиболее сильная обратная связь между ТКИ и уровнем МК установлена у женщин 40–60 лет.

М.Р. Senosi и соавт. [16] проанализировали ассоциацию ТКИ с различными клинико-лабораторными параметрами у пациентов с РА и установили негативную корреляцию ТКИ с уровнем МК ($r = -0,32$, $p = 0,001$), а также с длительностью заболевания. В то же время мы не выявили связи ТКИ с длительностью РА.

Заключение. У женщин с РА в постменопаузе имеется значимая независимая позитивная корреляция МПК с уровнем МК и негативная — с ТКИ. У пациенток с РА в пременопаузе связь между МПК, ТКИ и уровнем МК не выявлена.

Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S

- Harvey NC, Glüer CC, Binkley N, et al. Trabecular bone score (TBS) as a new complementary approach for osteoporosis evaluation in clinical practice. *Bone*. 2015 Sep;78: 216–24. doi: 10.1016/j.bone.2015.05.016. Epub 2015 May 16.
- Boutaibi H, Azzouzi H, Chennouf F, Ichchou L. Association between trabecular bone score, 10-year probability risk for fracture, and vertebral fractures in rheumatoid arthritis. *Bone Rep*. 2024 Sep 23;23:101806. doi: 10.1016/j.bonr.2024.101806. eCollection 2024 Dec.
- Kim D, Cho SK, Kim JY, et al. Association between trabecular bone score and risk factors for fractures in Korean female patients with rheumatoid arthritis. *Mod Rheumatol*. 2016 Jul;26(4):540–5. doi: 10.3109/14397595.2015.1101212. Epub 2015 Nov 7.
- Lee KA, Kim HJ, Kim HS. Comparison of predictive value of FRAX, trabecular bone score, and bone mineral density for vertebral fractures in systemic sclerosis: A cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 2023 Jan 13;102(2):e32580. doi: 10.1097/MD.00000000000032580.
- Chen F, Wang Y, Guo Y, et al. Specific higher levels of serum uric acid might have a protective effect on bone mineral density within a Chinese population over 60 years old: a cross-sectional study from northeast China. *Clin Interv Aging*. 2019 Jun 12;14:1065–1073. doi: 10.2147/CIA.S186500. eCollection 2019.
- Wang R, Gao Y, Wang P, et al. Association between serum uric acid and bone mineral density in males from NHANES 2011–2020. *Sci Rep*. 2024 Feb 21;14(1):4292. doi: 10.1038/s41598-024-52147-8.
- Lin KM, Lu CL, Hung KC, et al. The Paradoxical Role of Uric Acid in Osteoporosis. *Nutrients*. 2019 Sep 5;11(9):2111. doi: 10.3390/nu11092111.
- Robles-Rivera K, Argoty-Pantoja AD, Hidalgo-Bravo A, et al. Uric Acid Levels Are Associated with Bone Mineral Density in Mexican Populations: A Longitudinal Study. *Nutrients*. 2022 Oct 12;14(20):4245. doi: 10.3390/nu14204245.
- Li Y, Tan J, Tian J, et al. Cross-sectional analysis of the correlation between serum uric acid and trabecular bone score: NHANES 2005–2008. *Sci Rep*. 2023 Dec 6;13(1):21546. doi: 10.1038/s41598-023-48739-5.
- McCloskey EV, Oden A, Harvey NC, et al. A Meta-Analysis of Trabecular Bone Score in Fracture Risk Prediction and Its Relationship to FRAX. *J Bone Miner Res*. 2016 May;31(5):940–8. doi: 10.1002/jbmr.2734. Epub 2015 Nov 19.
- Hermann S, Palmowski A, Hermann KGA, et al. Elevated uric acid is associated with a low bone mineral density in pre- but not postmenopausal women with rheumatoid arthritis: a pilot study. *Rheumatol Int*. 2024 Nov;44(11): 2497–2504. doi: 10.1007/s00296-024-05655-9. Epub 2024 Jul 29.
- Lee HN, Kim A, Kim Y, et al. Higher serum uric acid levels are associated with reduced risk of hip osteoporosis in postmenopausal women with rheumatoid arthritis. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Jun 12;99(24):e20633. doi: 10.1097/MD.00000000000020633.
- Kim S, Lee S, Kwon H. Association between serum uric acid level and bone mineral density in men more than 50 years of age. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023 Nov 30;14:1259077. doi: 10.3389/fendo.2023.1259077. eCollection 2023.
- Cheng P, Qi HM, Di WJ, et al. Establishment of TBS reference plots and correlation between TBS and BMD in healthy mainland Chinese women. *Arch Osteoporos*. 2016;11:5. doi: 10.1007/s11657-015-0254-z. Epub 2016 Jan 11.
- Leslie WD, Krieg MA, Hans D; Manitoba Bone Density Program. Clinical factors associated with trabecular bone score. *J Clin Densitom*. 2013 Jul-Sep;16(3):374–379. doi: 10.1016/j.jocd.2013.01.006. Epub 2013 Feb 26.
- Senosi MR, Fathi HM, Baki NMA, et al. Bone mineral density, vitamin D receptor (VDR) gene polymorphisms, fracture risk assessment (FRAX), and trabecular bone score (TBS) in rheumatoid arthritis patients: connecting pieces of the puzzle. *Clin Rheumatol*. 2022 May;41(5):1333–1342. doi: 10.1007/s10067-022-06048-8. Epub 2022 Jan 19.

Поступила/отрецензирована/принята к печати

Received/Reviewed/Accepted

07.02.2025/08.05.2025/11.05.2025

Заявление о конфликте интересов / Conflict of Interest Statement

Статья подготовлена в рамках поисковой научной темы (регистрационный номер 123041800013-3).

Исследование не имело спонсорской поддержки. Конфликт интересов отсутствует. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами.

This article was prepared as part of an exploratory scientific project (registration number 123041800013-3).

The investigation has not been sponsored. There are no conflicts of interest. The authors are solely responsible for submitting the final version of the manuscript for publication. All the authors have participated in developing the concept of the article and in writing the manuscript. The final version of the manuscript has been approved by all the authors.

Козырева М.В. <https://orcid.org/0000-0003-0560-3495>

Добровольская О.В. <https://orcid.org/0000-0002-2809-0197>

Демин Н.В. <https://orcid.org/0000-0003-0961-9785>

Торопцова Н.В. <https://orcid.org/0000-0003-4739-4302>