

Мочевая кислота и состояние костной и мышечной ткани у больных ревматоидным артритом

О.В. Добровольская, Н.В. Демин, М.В. Козырева, Н.В. Торопцова

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой»
115522, Российская Федерация, Москва, Каширское шоссе, 34а

V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology
115522, Russian Federation, Moscow, Kashirskoye Highway, 34A

Контакты:

Добровольская
Ольга Валерьевна,
olgavdobr@mail.ru
Contacts: Olga
Dobrovolskaya,
olgavdobr@mail.ru

Поступила 23.01.2025
Принята 17.06.2025

Цель исследования — оценить взаимосвязь минеральной плотности кости (МПК) и мышечной массы с уровнем мочевой кислоты (МК) у женщин с ревматоидным артритом (РА).
Материал и методы. Обследованы 182 женщины с подтвержденным диагнозом РА (медиана возраста — 61 [53; 66] год). Проведены клинико-лабораторное обследование, включая определение МК в сыворотке крови, и двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в стандартных областях измерения и всего тела.
Результаты. Медиана уровня МК в обследованной группе составила 258,5 [198,0; 309,5] мкмоль/л. При сравнительном анализе в зависимости от квартиля уровня МК выявлены статистически значимые различия между группами по возрасту, индексу массы тела, аппендикулярному мышечному индексу (АМИ), общей мышечной массе (ОММ) и общему мышечному индексу (ОМИ). Методом прямой пошаговой регрессии установлено, что уровень МК у женщин с РА не связан с величиной МПК во всех областях измерения ($p>0,05$), но коррелировал со всеми количественными показателями мышечной массы (АМИ — $\beta=0,29$; ОММ — $\beta=0,37$; ОМИ — $\beta=0,35$; $p<0,001$).
Заключение. У женщин с РА не выявлено независимой связи между уровнем МК и МПК в стандартных областях измерения. Показана статистически значимая позитивная корреляция уровня МК с аппендикулярной и общей мышечной массой.
Ключевые слова: минеральная плотность кости, мышечная масса, аппендикулярный мышечный индекс, мочевая кислота, ревматоидный артрит
Для цитирования: Добровольская ОВ, Демин НВ, Козырева МВ, Торопцова НВ. Мочевая кислота и состояние костной и мышечной ткани у больных ревматоидным артритом. *Научно-практическая ревматология*. 2025;63(4):374–379.

URIC ACID AND THE BONE AND MUSCLE STATUS IN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS

Olga V. Dobrovolskaya, Nikolay V. Demin, Maria V. Kozyreva, Natalia V. Toroptsova

The aim — to evaluate the relationship between bone mineral density (BMD) and muscle mass with uric acid (UA) level in women with rheumatoid arthritis (RA).
Materials and methods. A total of 182 women with confirmed RA (median age 61 [53; 66] years) were examined. Clinical and laboratory examination was performed, including blood serum UA testing, dual-energy X-ray absorptiometry in standard measurement areas and the whole body.
Results. The UA level in the examined group was 258.5 [198.0; 309.5] $\mu\text{mol/l}$. A comparative analysis depending on the UA level quartile revealed significant differences between the groups in age, body mass index, appendicular muscle index (AMI), total muscle mass (TMM), and total muscle index (TMI). The direct stepwise regression method showed that the UA level in women with RA was not associated with the BMD value in all measurement areas ($p>0.05$), but was associated with all quantitative indices of muscle mass (with AMI — $\beta=0.29$; with TMM — $\beta=0.37$; with TMI — $\beta=0.35$; $p<0.001$).
Conclusion. In women with RA, no independent association was found between UA level and BMD in standard measurement areas. A significant positive association between UA and appendicular and total muscle mass was revealed.
Key words: bone mineral density, muscle mass, appendicular muscle index, uric acid, rheumatoid arthritis
For citation: Dobrovolskaya OV, Demin NV, Kozyreva MV, Toroptsova NV. Uric acid and the bone and muscle status in patients with rheumatoid arthritis. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice*. 2025;63(4):374–379 (In Russ.).
doi: 10.47360/1995-4484-2025-374-379

В 2026 г. исполнится 250 лет открытию мочевой кислоты (МК) шведским химиком-фармацевтом Карлом Вильгельмом Шееле (Carl Wilhelm Scheele). Долгое время МК считалась метаболически инертным конечным продуктом метаболизма пуринов, не имеющим собственной физиологической значимости. Однако это широко распространенное соединение оказалось активным антиоксидантом, реагирующим с гидроксильными радикалами с образованием безвредных для биологических тканей продуктов [1].

Окислительный стресс является универсальным биологическим механизмом,

влияющим на любые структуры человеческого организма, что ведет к развитию самых разнообразных патологических процессов. Так, при окислительном стрессе повышенное образование активных форм кислорода и уменьшение уровня антиоксидантов влияет на функционирование клеток костной ткани — остеокластов и остеобластов, — способствуя уменьшению минеральной плотности кости (МПК) и развитию остеопороза (ОП) [2, 3]. За счет антиоксидантного эффекта МК может подавлять костную резорбцию, по-разному воздействуя на остеобласты и остеокласты, что должно привести

к увеличению МПК [4]. В подтверждение этого предположения можно привести работы, которые продемонстрировали положительную связь между уровнем МК и МПК у постменопаузальных женщин и у мужчин [5, 6]. F. Chen и соавт. [7] при обследовании почти 3,5 тыс. лиц старше 60 лет установили, что распространенность ОП на 23–26% ниже в группе, где регистрировались более высокие значения МК. Ранее нами показано, что среди женщин в постменопаузе частота гиперурикемии была статистически значимо меньше и составляла 9,9% в группе лиц с ОП и 18,6% — среди женщин без ОП [8].

Однако результаты изучения связи уровня МК в сыворотке крови с величиной МПК весьма неоднозначны. В базе данных Pubmed за 2023–2024 гг. по ключевым словам «uric acid» и «bone mineral density» найдены 34 статьи, в которых оценивалась ассоциация между МПК и уровнем МК. В 24 из них представлены данные, подтверждающие гипотезу о протективном влиянии МК на костную ткань, а результаты 10 исследований ее не доказали. Например, немецкие исследователи не выявили связи между уровнем МК и Т-критерием в стандартных областях измерения у женщин в постменопаузе с ревматоидным артритом (РА) [9]. В работе Э.А. Майляна и соавт. [10] при обследовании 278 женщин в постменопаузе уровень МК не различался у пациентов с нормальной МПК, остеопенией и ОП.

Здоровье кости тесно связано с состоянием скелетной мускулатуры. Антиоксидантная активность МК может защищать белки поперечнополосатых мышц от прямого повреждения свободными радикалами, что будет препятствовать снижению мышечной массы [11]. Так же, как и по отношению к МПК, результаты работ по изучению связи между МК сыворотки крови и скелетными мышцами неоднозначны. Наряду с исследованиями, подтверждающими положительную ассоциацию между ними, имеются работы, в которых связь МК и мышечной массы отсутствует или является обратной [12, 13].

В целом результаты изучения взаимосвязи МК с состоянием как костной, так и мышечной ткани противоречивы. Данные, имеющиеся на сегодняшний день, представлены преимущественно учеными из Китая, Японии и других стран Азии, а работы в русскоязычной литературе практически отсутствуют. В связи с этим **целью** настоящего исследования была оценка взаимосвязи минеральной плотности кости и мышечной массы с уровнем мочевой кислоты у женщин с ревматоидным артритом.

Материал и методы

Проведено одномоментное исследование, в которое включены 182 женщины, соответствующие критериями РА Американской коллегии ревматологов/Европейского альянса ревматологических ассоциаций (ACR/EULAR, American College of Rheumatology/European Alliance of Associations for Rheumatology) 2010 г., в возрасте от 40 до 75 лет, подписавшие информированное согласие. Критерии включения: отсутствие асептических некрозов костей, образующих крупные суставы конечностей, и металлоконструкций, которые могли исказить результаты денситометрии. Критерии не включения: недостаточность кровообращения II–III стадии; дыхательная недостаточность II–III степени; хронический гепатит; цирроз печени; воспалительные заболевания кишечника; хронические заболевания почек при скорости клубочковой фильтрации

<30 мл/мин; наличие эндокринной патологии (сахарный диабет, гипертиреоз, первичный гиперпаратиреоз); иммуновоспалительные ревматические заболевания, кроме РА; наблюдение онкологом или психиатром на момент скрининга; прием препаратов, влияющих на метаболизм МК (аллопуринол, фебуксостат). На исследование получено одобрение локального этического комитета ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой.

Всем пациенткам проведено стандартное клиническое обследование, а также определение уровня МК (автоматический анализатор с программным управлением Cobas C311 (Roche, Швейцария), двуэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DXA, dual X-ray absorptiometry; Lunar Prodigy (GE Healthcare, США)), с помощью которой анализировали МПК (г/см²) и мышечную массу (кг). Измерение МПК проводили в поясничном отделе позвоночника (L₁–L₄), шейке бедра (ШБ) и проксимальном отделе бедра (ПОБ). При проведении сканирования по программе «Все тело» оценивали аппендикулярную и общую мышечную массу (АММ и ОММ соответственно), при этом под АММ понимали общее количество мышечной массы верхних и нижних конечностей. В анализ включены расчетные относительные показатели — аппендикулярный и общий мышечный индексы (АМИ и ОМИ соответственно), которые являлись отношением АММ и ОММ к росту (кг/м²).

Все результаты внесены в электронную базу данных и обработаны с использованием пакета прикладных программ Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США). В зависимости от соответствия закону нормального распределения данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm CO$) или медианы и интерквартильного интервала (Me [25-й; 75-й перцентили]); дискретные и качественные показатели представлены в виде абсолютных и относительных частот (n , %).

Сравнительный анализ МПК и мышечной массы проведен с использованием метода Краскелла — Уоллиса и критерия χ^2 для непрерывных и дискретных показателей соответственно между группами, выделенными в зависимости от квартиля уровня МК: 1-я группа — МК < 25-го перцентиля; 2-я группа — 25-й перцентиль ≤ МК < 50-й перцентиль; 3-я группа — 50-й перцентиль ≤ МК < 75-й перцентиль; 4-я группа — МК ≥ 75-го перцентиля. Для установления ассоциаций между анализируемыми параметрами проведены корреляционный анализ по Спирмену (r — коэффициент корреляции), в котором сила корреляционных связей оценивалась по шкале Чеддока, а также однофакторный и многофакторный линейный регрессионный анализ с определением коэффициента регрессии β и стандартной ошибки оценки (SEE, standard error of estimate). Многофакторный анализ проводился методом прямой пошаговой регрессии. Результат считался статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты

В таблице 1 представлена характеристика обследованной группы пациенток. 26 (14,3%) женщин находились в пременопаузальном периоде. 166 (91,2%) имели сопутствующие заболевания, наиболее частыми из которых были гипертоническая болезнь (51,6%), ишемическая болезнь сердца (15,4%), хронический бронхит (14,3%), язвенная болезнь (15,4%), желчекаменная болезнь (22,0%) и мочекаменная болезнь (14,3%).

Таблица 1. Клиническая характеристика обследованной группы женщин с ревматоидным артритом ($n=182$)

Показатели	Значение
Возраст (лет), Ме [25-й; 75-й перцентили]	61 [53; 66]
ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$), Ме [25-й; 75-й перцентили]	26,1 [23,1; 29,7]
Длительность постменопаузы (лет), Ме [25-й; 75-й перцентили]	12 [6; 18]
Курение, n (%)	35 (19,2)
Суточное потребление кальция с пищей (мг), Ме [25-й; 75-й перцентили]	588,2 [446,1; 791,1]
Потребление кальция менее 500 мг/сут., n (%)	62 (34,1)
Переломы в анамнезе, n (%)	51 (28,0)
Длительность РА (лет), Ме [25-й; 75-й перцентили]	8 [4; 13]
РФ+, n (%)	149 (81,9)
АЦЦП+, n (%)	146 (80,2)
СОЭ (мм/ч), Ме [25-й; 75-й перцентили]	22 [13; 40]
СРБ (мг/л), Ме [25-й; 75-й перцентили]	6,7 [1,5; 19,2]
DAS28, $M \pm \sigma$	5,12 $\pm$ 1,13
высокая активность, n (%)	95 (52,2)
умеренная активность, n (%)	79 (43,4)
низкая активность/ремиссия, n (%)	8 (4,4)
Прием ГК > 3 месяцев, n (%)	101 (55,5)
Длительность приема ГК (лет), Ме [25-й; 75-й перцентили]	4,0 [1,5; 8,0]
Средняя суточная доза ГК (мг, в преднизолоновом эквиваленте), Ме [25-й; 75-й перцентили]	5,0 [2,5; 10,0]
Прием БПВП, n (%)	151 (83,0)
Прием ГИБП, n (%)	56 (30,8)

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; РА – ревматоидный артрит; РФ – ревматоидный фактор; АЦЦП – антитела к циклическому цитруллинированному пептиду; СОЭ – скорость оседания эритроцитов; СРБ – С-реактивный белок; DAS28 – Disease Activity Score 28; ГК – глюкокортикостероиды; БПВП – базисные противовоспалительные препараты; ГИБП – генно-инженерные биологические препараты

Таблица 2. Показатели минеральной плотности кости и мышечной массы у пациенток с ревматоидным артритом при квантильном ранжировании уровня мочевой кислоты, Ме [25-й; 75-й перцентили]

Показатели	МК <198,0 мкмоль/л ($n=45$)	198,0 ≤ МК < 258,5 мкмоль/л ($n=46$)	258,5 ≤ МК < 309,5 мкмоль/л ($n=45$)	МК ≥ 309,5 мкмоль/л ($n=46$)	p
Возраст (лет)	58 [50; 62]	56 [51; 65]	62 [54; 69]	63,5 [60,0; 67,0]	0,001
ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$)	24,4 [22,0; 27,6]	25,1 [22,1; 26,9]	25,7 [23,2; 29,6]	29,1 [26,4; 32,8]	<0,001
МПК ($\text{г}/\text{см}^2$)					
L1–L4	0,929 [0,855; 1,116]	1,039 [0,836; 1,175]	1,049 [0,885; 1,167]	1,015 [0,874; 1,137]	>0,05
ШБ	0,820 [0,705; 0,915]	0,820 [0,705; 0,915]	0,795 [0,718; 0,871]	0,814 [0,730; 0,935]	>0,05
ПОБ	0,808 [0,730; 0,914]	0,834 [0,746; 0,990]	0,833 [0,760; 0,977]	0,867 [0,730; 0,935]	>0,05
АММ (кг)	15,8 [14,5; 18,0]	16,0 [13,8; 17,5]	16,6 [14,7; 18,0]	17,2 [15,4; 19,6]	>0,05
АММ < 15 кг, n (%)	15 (33,3)	16 (34,8)	13 (28,9)	10 (21,7)	>0,05
АМИ ($\text{кг}/\text{м}^2$)	6,0 [5,5; 6,6]	6,0 [5,3; 6,6]	6,4 [5,9; 6,9]	6,8 [5,8; 7,6]	0,006
АМИ < 5,5 $\text{кг}/\text{м}^2$, n (%)	13 (28,9)	14 (30,4)	5 (11,1)	5 (10,9)	0,024
ОММ ($\text{кг}/\text{м}^2$)	38,4 [34,1; 41,0]	37,6 [33,9; 41,9]	39,3 [35,0; 42,7]	41,9 [36,2; 46,0]	0,011
ОМИ ($\text{кг}/\text{м}^2$)	14,2 [13,3; 15,3]	14,1 [13,2; 15,9]	15,2 [14,3; 16,5]	16,1 [14,5; 18,3]	<0,001

Примечание: МК – мочевая кислота; ИМТ – индекс массы тела; МПК – минеральная плотность кости; ШБ – шейка бедра; ПОБ – проксимальный отдел бедра; АММ – аппендикулярная мышечная масса; АМИ – аппендикулярный мышечный индекс; ОММ – общая мышечная масса; ОМИ – общий мышечный индекс

Медиана уровня МК у пациентов с РА составила 258,5 [198,0; 309,5] мкмоль/л. При сравнительном анализе в зависимости от уровня МК выявлены статистически значимые различия между группами по возрасту, индексу массы тела (ИМТ), АМИ, ОММ и ОМИ (табл. 2).

Не выявлено статистически значимых различий между группами по величине МПК и АММ (табл. 2). Также не было выявлено различий по частоте и длительности приема ГК, их средней суточной дозе, по скорости оседания эритроцитов (СОЭ), уровню С-реактивного белка (СРБ) и оценке по DAS28 (Disease Activity Score 28) между пациентами в зависимости от уровня МК ($p > 0,05$).

Для установления ассоциаций между урикемией и показателями состояния костной ткани и мышечной массы проведен корреляционный анализ. Выявлены слабые и умеренные прямые корреляционные связи уровня МК с МПК_{ПОБ}, АММ, АМИ, ОММ и ОМИ (табл. 3).

Кроме того, мы провели корреляционный анализ показателей МПК и мышечной массы с другими клинико-лабораторными параметрами с целью определения факторов для включения в регрессионный анализ. Статистически значимые корреляции с МПК продемонстрировали возраст, ИМТ, СОЭ, СРБ и клиренс креатинина, с показателями мышечной массы – только СОЭ и клиренс

Таблица 3. Корреляционная связь уровня мочевой кислоты с показателями минеральной плотности ткани и мышечной массы

Показатели	<i>r</i>	<i>p</i>
Возраст	0,33	<0,001
ИМТ	0,35	<0,001
МПК _{L1-L4}	0,11	>0,05
МПК _{ШБ}	0,07	>0,05
МПК _{ПОБ}	0,16	0,029
АММ	0,18	0,018
АМИ	0,24	0,001
ОММ	0,24	0,001
ОМИ	0,32	<0,001

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; МПК – минеральная плотность кости; ШБ – шейка бедра; ПОБ – проксимальный отдел бедра; АММ – аппендикулярная мышечная масса; АМИ – аппендикулярный мышечный индекс; ОММ – общая мышечная масса; ОМИ – общий мышечный индекс

креатинина ($p<0,05$). Указанные параметры были включены в однофакторный и многофакторный регрессионный анализ (табл. 4).

Методом прямой пошаговой регрессии установлено, что уровень МК у женщин с РА не связан с величиной МПК во всех отделах ($p>0,05$), а независимую связь с МПК продемонстрировали только возраст и ИМТ ($p<0,001$). В то же время уровень МК, СОЭ и клиренс креатинина были независимо связаны со всеми количественными показателями мышечной массы – как с аппендикулярными, так и с общими ($p<0,05$; табл. 4).

Обсуждение

Участие МК в биологических процессах сложно и многогранно. В противовес известной антиоксидантной активности показано, что в некоторых условиях МК ведет себя как прооксидант и может быть ассоциирована

Таблица 4. Зависимость минеральной плотности кости и показателей мышечной массы от уровня мочевой кислоты и других факторов (линейная регрессия)

Зависимые показатели	Независимые показатели	Однофакторный анализ		Многофакторный анализ	
		β (SE)	<i>p</i>	β (SE)	<i>p</i>
МПК _{L1-L4}	возраст	–0,16 (0,08)	0,047	–0,43 (0,07)	<0,001
	ИМТ	0,48 (0,07)	<0,001	0,39 (0,07)	<0,001
	СОЭ	–0,16 (0,08)	>0,05	–	–
	СРБ	–0,18 (0,08)	0,027	–	–
	клиренс креатинина	0,23 (0,08)	0,004	–	–
	МК	0,28 (0,08)	0,001	0,13 (0,07)	>0,05
МПК _{ШБ}	возраст	–0,26 (0,08)	0,002	–0,40 (0,06)	<0,001
	ИМТ	0,59 (0,07)	<0,001	0,48 (0,06)	<0,001
	СОЭ	–0,24 (0,08)	0,003	–	–
	СРБ	–0,21 (0,08)	0,010	–	–
	клиренс креатинина	0,27 (0,08)	0,001	–	–
	МК	0,19 (0,08)	0,021	–	–
МПК _{ПОБ}	возраст	–0,18 (0,08)	0,032	–0,35 (0,06)	<0,001
	ИМТ	0,61 (0,07)	<0,001	0,50 (0,06)	<0,001
	СОЭ	–0,18 (0,08)	0,029	–	–
	СРБ	–0,19 (0,08)	0,025	–	–
	клиренс креатинина	0,32 (0,08)	<0,001	–	–
	МК	0,31 (0,08)	<0,001	0,12 (0,07)	>0,05
АММ	СОЭ	–0,20 (0,08)	0,016	–0,16 (0,07)	0,013
	СРБ	–0,16 (0,08)	>0,05	–	–
	клиренс креатинина	0,37 (0,08)	<0,001	0,43 (0,06)	<0,001
	МК	0,31 (0,08)	<0,001	0,29 (0,07)	<0,001
	СОЭ	–0,20 (0,08)	0,014	–0,15 (0,07)	0,033
	СРБ	–0,15 (0,08)	>0,05	–	–
АМИ	клиренс креатинина	0,31 (0,08)	<0,001	0,32 (0,07)	<0,001
	МК	0,28 (0,08)	0,001	0,29 (0,07)	<0,001
	СОЭ	–0,19 (0,08)	0,019	–0,14 (0,06)	0,026
	СРБ	–0,09 (0,08)	>0,05	–	–
	клиренс креатинина	0,41 (0,08)	<0,001	0,47 (0,06)	<0,001
	МК	0,37 (0,08)	<0,001	0,37 (0,06)	<0,001
ОММ	СОЭ	–0,20 (0,08)	0,015	–0,11 (0,07)	>0,05
	СРБ	–0,09 (0,08)	>0,05	–	–
	клиренс креатинина	0,34 (0,08)	<0,001	0,36 (0,07)	<0,001
	МК	0,36 (0,08)	<0,001	0,35 (0,07)	<0,001

Примечание: SE – стандартная ошибка (standard error); МПК – минеральная плотность кости; ИМТ – индекс массы тела; СОЭ – скорость оседания эритроцитов; СРБ – С-реактивный белок; МК – мочевая кислота; ШБ – шейка бедра; ПОБ – проксимальный отдел бедра; АММ – аппендикулярная мышечная масса; АМИ – аппендикулярный мышечный индекс; ОММ – общая мышечная масса; ОМИ – общий мышечный индекс

с развитием патологических процессов, в том числе со снижением МПК и развитием ОП [14, 15]. Вероятно, этим фактом, а также гендерными особенностями некоторых биохимических процессов объясняется противоречивость результатов различных исследований. Кроме того, у женщин значительное влияние на состояние опорно-двигательного аппарата и, в первую очередь, костной ткани оказывают влияние половые гормоны, что также может быть причиной неоднозначной связи МК и МПК у молодых и лиц в постменопаузе. Также необходимо учитывать, что ревматические заболевания, сопровождающиеся хроническим воспалением, оказывают собственное воздействие на костно-мышечную систему. В первую очередь, это относится к РА, который внесен как самостоятельный фактор в инструмент оценки риска остеопоротических переломов FRAX. Все вышеперечисленное указывает на необходимость не только применения сложных методов статистического анализа, но и проведения исследований в более узких по критериям отбора группах.

В наше исследование были включены женщины с РА, не имевшие других заболеваний с известным отрицательным влиянием на костно-мышечную систему. В данной когорте мы не выявили независимой связи МК сыворотки крови с МПК в стандартных областях измерения. S. Hermann и соавт. [9] также не обнаружили корреляции уровня МК и МПК у постменопаузальных женщин с РА. В данной работе указано на обратную связь уровня МК с МПК у пациенток с сохраненной функцией яичников. Однако сами авторы признали, что выборка женщин в пременопаузе была небольшой (9,6%), что потенциально могло привести к смещению результатов и меньшей надежности выводов. В исследовании, проведенном корейскими учеными, в линейном регрессионном анализе показано, что у женщин в постменопаузе с РА большие значения МК сыворотки крови независимо связаны с более высокой костной плотностью в ШБ и ПОБ, а в L_1-L_4 такая связь отсутствовала [16]. В работе S. Kim и соавт. [17] также выявлена позитивная корреляция между МК и МПК. Кроме того, обнаружена более сильная позитивная корреляция между МК и АМИ, поэтому авторы провели субанализ для исключения влияния мышечной массы на связь между МК и МПК в различных отделах скелета. В итоге при прове-

дении логистического регрессионного анализа с поправкой на АМИ выявлено независимое протективное действие МК на МПК во всех областях измерения [17].

В обследованной нами группе пациенток с РА по результатам регрессионного анализа выявлена независимая связь уровня МК с количественными показателями мышечной массы. Высокая статистическая значимость ассоциаций ($p < 0,001$) установлена как для АММ и АМИ, так и для ОММ и ОМИ. В крупных исследованиях с общим количеством пациентов более 11 тыс. показана прямая корреляция уровня МК с АМИ [12, 18]. В то же время существуют экспериментальные данные, продемонстрировавшие усиление деградации пуриновых оснований и высвобождение пуринов в скелетных мышцах с плохим функциональным состоянием и повышенным катаболизмом белка [19]. Этим можно объяснить, что в ряде исследований не отмечено статистически значимой связи уровня МК с количественными показателями мышечной массы, или ассоциации были обратными [13, 20].

Заключение

Таким образом, у женщин с РА не выявлено независимой ассоциации между уровнем МК и МПК в стандартных областях измерения, а независимую связь с МПК продемонстрировали только возраст и ИМТ. В многофакторном регрессионном анализе показана статистически значимая прямая связь количественных показателей мышечной массы с МК и клиренсом креатинина и обратная — с величиной СОЭ.

Исследование выполнено в рамках поисковой научной темы ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой (регистрационный номер 123041800013-3).

Прозрачность исследования

Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за статью.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Becker BF. Towards the physiological function of uric acid. *Free Radic Biol Med.* 1993;14(6):615-631. doi: 10.1016/0891-5849(93)90143-i
2. Agidigbi TS, Kim C. Reactive oxygen species in osteoclast differentiation and possible pharmaceutical targets of ROS-mediated osteoclast diseases. *Int J Mol Sci.* 2019;20(14):3576. doi: 10.3390/ijms20143576
3. Domazetovic V, Marcucci G, Iantomasi T, Brandi ML, Vincenzini MT. Oxidative stress in bone remodeling: Role of antioxidants. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2017;14(2):209-216. doi: 10.11138/ccmbm/2017.14.1.209
4. Kaushal N, Vohora D, Jalali RK, Jha S. Review of the literature. Examining the association of serum uric acid with osteoporosis and mechanistic insights into its effect on bone metabolism. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets.* 2019;19(3):259-273. doi: 10.2174/1871530318666181102115106
5. Han W, Bai X, Wang N, Han L, Sun X, Chen X. Association between lumbar bone mineral density and serum uric acid in postmenopausal women: A cross-sectional study of healthy Chinese population. *Arch Osteoporos.* 2017;12(1):50. doi: 10.1007/s11657-017-0345-0
6. 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;14:1259077. doi: 10.3389/fendo.2023.1259077
7. Chen F, Wang Y, Guo Y, Wang J, Yang A, Lv Q, 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;14:1065-1073. doi: 10.2147/CIA.S186500
8. Торопцова НВ, Добровольская ОВ, Козырева МВ, Демин НВ. Есть ли связь между остеопорозом и мочевой кислотой? *Научно-практическая ревматология.* 2024;62(6):622-626. [Tоропцова НВ, Dobrovolskaya OV, Kozyreva MV, Demin NV. Is there an association between osteoporosis and uric acid? *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologia = Rheumatology Science and Practice.*

- 2024;62(6):622-626 [In Russ.]. doi: 10.47360/1995-4484-2024-622-626
9. Hermann S, Palmowski A, Hermann KGA, Muche B, Léprêtre N, Alexander T, et al. Elevated uric acid is associated with a low bone mineral density in pre- but not post-menopausal women with rheumatoid arthritis: A pilot study. *Rheumatol Int*. 2024;44(11):2497-2504. doi: 10.1007/s00296-024-05655-9
 10. Майлян ЭА, Резниченко НА, Игнатенко ГА. Биохимические показатели сыворотки крови у женщин в постменопаузе в зависимости от остеопоротических изменений и генетических полиморфизмов. *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2018;8(2):44-52. [Maylyan EA, Reznichenko NA, Ignatenko GA. Blood serum biochemical indicators in postmenopausal women as function of osteoporotic changes and genetic polymorphisms. *Crimea Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2018;8(2):44-52 (In Russ.)]
 11. Hediger MA, Johnson RJ, Miyazaki H, Endou H. Molecular physiology of urate transport. *Physiology (Bethesda)*. 2005;20:125-133. doi: 10.1152/physiol.00039.2004
 12. Yun J, Kwon RJ, Kim T. Prevalence and clinical characteristics of low skeletal muscle index among adults visiting a health promotion center: Cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)*. 2023;102(29):e34404. doi: 10.1097/MD.00000000000034404
 13. Lin Y, Wang X, Yao W, Sun Y, Zhou J, Feng F. Causality between urate levels with sarcopenia-related traits: A bi-directional Mendelian randomization study. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1252968. doi: 10.3389/fendo.2023.1252968
 14. Ndrepepa G. Uric acid and cardiovascular disease. *Clin Chim Acta*. 2018;484:150-163. doi: 10.1016/j.cca.2018.05.046
 15. Shen X, Zhang M, Cai H, Leslie WD, Lix LM, Jiang D, et al. Associations of global biomarkers of oxidative stress with osteoporosis, bone microstructure and bone turnover: Evidence from human and animal studies. *Bone*. 2024;183:117077. doi: 10.1016/j.bone.2024.117077
 16. Lee HN, Kim A, Kim Y, Kim GT, Sohn DH, Lee SG. Higher serum uric acid levels are associated with reduced risk of hip osteoporosis in postmenopausal women with rheumatoid arthritis. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(24):e20633. doi: 10.1097/MD.00000000000020633
 17. 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;14:1259077. doi: 10.3389/fendo.2023.1259077
 18. Liu X, Chen X, Hu F, Xia X, Hou L, Zhang G, et al. Higher uric acid serum levels are associated with sarcopenia in west China: A cross-sectional study. *BMC Geriatr*. 2022;22(1):121. doi: 10.1186/s12877-022-02817-x
 19. Miller SG, Matias C, Hafen PS, Law AS, Witczak CA, Brault JJ. Uric acid formation is driven by crosstalk between skeletal muscle and other cell types. *JCI Insight*. 2024;9(2):e171815. doi: 10.1172/jci.insight.171815
 20. Chen L, Wu L, Li Q, Hu Y, Ma H, Lin H, et al. Hyperuricemia associated with low skeletal muscle in the middle-aged and elderly population in China. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2022;130(8):546-553. doi: 10.1055/a-1785-3729

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

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

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

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