

УДК 616.71-007.234+616.74-007.23+616-053.9-008+616-073.75+572.087

<https://doi.org/10.56871/UTJ.2026.96.88.001>

ОСТЕОСАРКОПЕНИЯ В РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ ЖЕНЩИН ПОСТМЕНОПАУЗАЛЬНОГО ПЕРИОДА: ПОПЕРЕЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Анастасия Сергеевна Подхвятилина^{1, 2}, Игорь Геннадиевич Никитин¹,
Светлана Павловна Щелыкалина¹

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

² Национальный медицинский исследовательский центр «Лечебно-реабилитационный центр», 125367, г. Москва, Ивановское шоссе, д. 3, Российская Федерация

Для цитирования: Подхвятилина А.С., Никитин И.Г., Щелыкалина С.П. Остеосаркопения в разных возрастных группах женщин постменопаузального периода: поперечное исследование. *University Therapeutic Journal*. 2026;8(2):192–202. <https://doi.org/10.56871/UTJ.2026.96.88.001>.

Поступила: 12.02.2025

Одобрена: 30.04.2026

Принята к печати: 16.06.2026

РЕЗЮМЕ. Введение. Тенденция к старению населения повышает риски ряда гериатрических проблем, в том числе связанных с питанием. Остеосаркопения — синдром, объединяющий в себе снижение количества и качества костной и мышечной массы, одним из факторов которого являются нарушения питания. Актуальность профилактики этого состояния обусловлена его неуклонным ростом в разных возрастных группах. **Цель исследования** — провести сравнение разных возрастных групп пациентов постменопаузального периода с диагностированным ранее остеопорозом или остеопенией для анализа и уточнения факторов риска, связанных с возрастом. **Материалы и методы.** В исследование вошли женщины в постменопаузе с выявленным нарушением костной плотности (остеопороз или остеопения), обратившиеся для лечения в Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр “Лечебно-реабилитационный центр”» Министерства здравоохранения Российской Федерации в 2022–2023 гг. Пациенты, включенные в исследование, были осмотрены врачом — эндокринологом-диетологом, им проведены стандартные опросники риска переломов (Fracture Risk Assessment, FRAX) и нутритивной недостаточности (Mini Nutritional assessment (MNA), Nutritional Risk Screening 2002 (NRS-2002)), выполнена денситометрия, биоимпедансный анализ состава тела. **Результаты.** С увеличением возраста отмечалось статистически значимое снижение роста ($p < 0,001$), данных нутритивного статуса по шкале MNA ($p = 0,002$), уровня альбумина ($p < 0,001$), фазового угла биоимпедансного анализа ($p < 0,001$), скелетно-мышечной массы и индекса скелетно-мышечной массы ($p < 0,001$). Также выявлено снижение минеральной плотности костной ткани шейки бедра ($p < 0,001$) и проксимального отдела бедра ($p = 0,001$). Корреляционный анализ подтвердил отрицательную связь возраста с индексом скелетно-мышечной массы ($r = -0,229$; $p = 0,006$), минеральной плотностью костной ткани шейки бедра ($r = -0,355$; $p < 0,001$) и проксимального отдела бедра ($r = -0,328$; $p < 0,001$). **Заключение.** У женщин постменопаузального периода с остеопенией и остеопорозом возраст ассоциирован со снижением мышечной массы, нутритивного статуса и минеральной плотности костной ткани бедренной кости. Полученные данные подтверждают взаимосвязь возрастных изменений костной и мышечной ткани и необходимость комплексной оценки признаков остеосаркопии у пациенток старших возрастных групп.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеопороз, саркопения, нутритивная недостаточность, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, биоимпедансный анализ состава тела

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

✉ Анастасия Сергеевна Подхвятилина. E-mail: nansy.rezerpin@gmail.com

© Подхвятилина А.С., Никитин И.Г., Щелыкалина С.П., 2026

<https://doi.org/10.56871/UTJ.2026.96.88.001>

AGE-RELATED DIFFERENCES IN OSTEOSARCOPENIA AMONG POSTMENOPAUSAL WOMEN: A CROSS-SECTIONAL STUDY

Anastasiya S. Podkhvatilina^{1, 2}, Igor G. Nikitin¹, Svetlana P. Shchelykalina¹

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, 1/6, Ostrovityanova str., Moscow, 117513, Russian Federation

² National Medical Research Centre "Treatment and Rehabilitation Centre", 3 Ivankovskoye highway, Moscow, 125367, Russian Federation

For citation: Podkhvatilina A.S., Nikitin I.G., Shchelykalina S.P. Age-related differences in osteosarcopenia among postmenopausal women: a cross-sectional study. *University Therapeutic Journal*. 2025;8(2):192–202. (In Russ.). <https://doi.org/10.56871/UTJ.2026.96.88.001>.

Received: 12.02.2025

Revised: 30.04.2026

Accepted: 16.06.2026

ABSTRACT. Introduction. Population aging is associated with an increasing prevalence of geriatric syndromes, including nutrition-related disorders. Osteosarcopenia, a syndrome characterized by the concurrent deterioration of bone and muscle mass and quality, is influenced by multiple factors, among which nutritional impairment plays a key role. The growing prevalence of osteosarcopenia across different age groups highlights the importance of identifying age-related risk factors and developing preventive strategies. **Aim** — to compare postmenopausal women of different age groups with previously diagnosed osteoporosis or osteopenia in order to identify and clarify age-related risk factors associated with osteosarcopenia and nutritional status. **Materials and methods.** This cross-sectional study included postmenopausal women with reduced bone mineral density (osteoporosis or osteopenia) who were referred for treatment to the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of the Russian Federation between 2022 and 2023. All participants underwent evaluation by an endocrinologist-nutritionist. Fracture risk was assessed using the Fracture Risk Assessment Tool (FRAX), while nutritional status was evaluated using the Mini Nutritional Assessment (MNA) and Nutritional Risk Screening 2002 (NRS-2002). Bone mineral density was measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), and body composition was assessed using bioelectrical impedance analysis. **Results.** Increasing age was associated with a significant decline in height ($p < 0.001$), nutritional status assessed by the Mini Nutritional Assessment (MNA) ($p = 0.002$), serum albumin levels ($p < 0.001$), bioelectrical impedance phase angle ($p < 0.001$), skeletal muscle mass, and skeletal muscle mass index ($p < 0.001$). In addition, bone mineral density of the femoral neck ($p < 0.001$) and total proximal femur ($p = 0.001$) decreased with age. Correlation analysis confirmed significant negative associations between age and skeletal muscle mass index ($\rho = -0.229$; $p = 0.006$), femoral neck bone mineral density ($\rho = -0.355$; $p < 0.001$), and total proximal femur bone mineral density ($\rho = -0.328$; $p < 0.001$). **Conclusions.** Age in postmenopausal women with osteopenia and osteoporosis is associated with reduced muscle mass, impaired nutritional status, and lower femoral bone mineral density. These findings highlight the close relationship between age-related changes in bone and muscle tissues and support the need for comprehensive assessment of osteosarcopenia in older patients.

KEYWORDS: osteoporosis, sarcopenia, malnutrition, dual-energy X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance analysis

Funding. The authors declare that they received no external funding for the study and preparation of this publication.

✉ Anastasiya S. Podkhvatilina. E-mail: nansy.rezerpin@gmail.com

© Podkhvatilina A.S., Nikitin I.G., Shchelykalina S.P., 2026

ВВЕДЕНИЕ

Согласно современным данным, костная и мышечная ткань тесно взаимосвязаны друг с другом: они объединены общим эмбриогенезом, синергичным развитием в течение жизни и, соответственно, регрессом с возрастом [1], в частности после наступления менопаузы. Как известно, взаимодействия между клетками костного матрикса обусловлены не только механическими факторами, но и гуморальными механизмами.

Биологическое старение — неизбежное и непрерывное явление, изначально заложенное в геноме живого организма. Связанный с ним период постменопаузы у женщин обычно представляет собой постепенный процесс, занимающий много лет и вызванный прекращением репродуктивной функции яичников, который в норме уже может происходить начиная с 45 лет. С учетом современных тенденций к увеличению продолжительности жизни, женщины проводят в периоде постменопаузы около трети всего жизненного цикла [2]. Но уже в возрасте старше 30 лет большинство людей начинают терять как костную, так и мышечную массу [3]. Вклад в развитие и регресс костной и мышечной ткани вносят как наследственность, так и факторы образа жизни, а также сам возраст, и значимость вклада каждого из компонентов старения еще предстоит изучить подробнее.

С наступлением менопаузы и из-за недостатка действия эстрогена, обладающего обширными метаболическими эффектами, характерно снижение безжировой массы (или тощей массы) и массы скелетных мышц, что может привести к саркопении [4, 5]. К тому же, до 3% самостоятельно проживающих пациентов, согласно статистическим данным, страдают недостаточностью питания, что также может провоцировать развитие и прогрессирование остеосаркопении [6].

Распространенность остеопороза в мире также неуклонно растет: каждая третья россиянка в возрасте старше 50 лет страдает остеопорозом [7].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данное исследование направлено на оценку вклада возраста в развитие саркопении и остеопороза, с учетом его выраженности, у пациенток в постменопаузе.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено ретроспективное когортное исследование, в которое вошли пациентки постменопаузального периода, проходившие диагностику и лечение по поводу остеопороза и остеопении в Федеральном государственном автономном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр “Лечебно-реабилитационный центр”» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГАУ НМИЦ ЛРЦ МЗ РФ). Участников отбирал врач-исследователь (диетолог) для оценки соответствия критериям включения и исключения. Согласно представленным критериям, в окончательную выборку вошло 120 пациентов.

Условия проведения исследования

Основным источником информации для этого исследования были представленные медицинские карты пациенток, обратившихся на прием к врачу-исследователю в период с января 2023 г. по декабрь 2024 г. на базе ФГАУ НМИЦ ЛРЦ МЗ РФ. Проведение диссертационного исследования одобрено на заседании локального этического комитета ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России 22 января 2024 г.

Критерии соответствия (отбора)

Критерии включения: женский пол, постменопауза, возраст от 45 лет, диагностированные ранее нарушения минеральной костной плотности (остеопороз или остеопения), наличие рентгеновской денситометрии поясничного отдела позвоночника и проксимального отдела бедренной кости (сроком не более 6 месяцев), проведенное в день осмотра врачом биоимпедансное исследование состава тела, подписанное добровольное информированное согласие, отсутствие данных о наличии критериев не включения.

Критерии не включения: психические заболевания, маломобильные пациенты, пациенты с кардиостимулятором (ввиду противопоказания к проведению биоимпедансного анализа (БИА)), пациенты с эндопротезами или переломами обоих тазобедренных суставов или металлоконструкциями в поясничном отделе позвоночника (ввиду трудностей интерпретации двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (dual-energy X-ray

absorptiometry, DXA; далее — денситометрия) и БИА), отказ от подписания добровольного информированного согласия.

ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовали анамнестические (возраст, наличие перелома), антропометрические (рост, вес с расчетом индекса массы тела (ИМТ)) и инструментальные данные: денситометрия (минеральная костная плотность поясничного отдела позвоночника и бедра в его проксимальном отделе и шейке), биоимпедансный анализ состава тела (фазовый угол, индексы скелетно-мышечной и тощей масс). На основании анамнестических данных были заполнены опросники риска переломов FRAX, а также опросники NRS-2002, MNA.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Данные были исследованы путем анализа медицинской документации пациентов, обратившихся к врачу-исследователю. Результаты денситометрии этих пациентов были получены с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии различных моделей оборудования. Показатели биоимпедансного анализа состава тела были получены с помощью анализатора ABC-02 «МЕДАСС» (Россия, Москва). Исследование выполнено в положении лежа с соблюдением требования голода и физического покоя для пациентов.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ

Статистические расчеты были проведены в программной среде R (R Core Team, 2024). Первичная обработка этих данных включала расчет основных характеристик выборки (медиана, интерквартильный размах). Для оценки взаимосвязей между количественными показателями использовали непараметрический коэффициент корреляции Спирмена. Для анализа различий между группами пациентов применяли непараметрический критерий Краскела–Уоллиса, проводили пост-хок попарные сравнения с использованием критерия Данна с поправкой на множественные сравнения. Для оценки взаимосвязей между количественными показателями использовали непараметрический коэффициент корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫБОРКИ

В исследование вошли 120 пациенток постменопаузального периода, обратившихся

на амбулаторный прием к эндокринологу-диетологу по поводу выявленного по результатам денситометрии остеопороза или остеопении. Значимых в данном клиническом контексте сопутствующих заболеваний, острых состояний на момент сбора данных не было.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБОРКИ

Медиана возраста составила 69 лет (квартили 62,75; 75,0). В качестве основных антропометрических характеристик использовались данные роста (медиана роста составила 160 см, квартили — 154,75; 164,25), веса (медиана веса — 69,8 кг, квартили — 59,0; 77,25) и ИМТ (медиана 26,33 кг/м², квартили — 23,7; 29,77). По данным лабораторных исследований, отражающих нутритивный статус пациентов, медиана уровня альбумина составила 41,3 г/л (квартили — 39,0; 44,23), медиана уровня общего белка — 72,0 г/л (квартили — 68,0; 75,0), креатинина — 76,0 (квартили — 72,0; 80,0), общего витамина D — 33,09 нг/мл (квартили — 26,78; 42,23), и медиана среднего абсолютного числа лимфоцитов, по данным общего анализа крови, составила $2,01 \times 10^9$ /л (квартили — 1,73; 2,14). Средний индекс скелетно-мышечной массы этих пациентов, измеренный с помощью БИА, составил 6,66 кг/м² (квартили — 5,91; 7,3), средний уровень фазового угла БИА — 5,36 (квартили — 4,76; 5,74).

Пациенты были разделены на группы в соответствии с критериями Всемирной организации здравоохранения: от 40 до 59 лет (средний возраст) — 17 человек, от 60 до 75 лет (пожилой возраст) — 67 человек, старше 75 лет (преклонный возраст) — 36 человек. Группы сравнивали по основным признакам с помощью критерия Краскела–Уоллиса. При наличии значимых различий проводили попарные сравнения критерием Данна с поправкой Бонферрони для множественных сравнений. Данные представлены в табл. 1.

Сравнение показателей между тремя возрастными группами (40–59 лет, 60–74 года и старше 75 лет) показало, что для большинства характеристик наблюдаются статистически значимые различия (тест Краскела–Уоллиса). Для уточнения направленности различий были проведены пост-хок сравнения критерием Данна.

Как видно из данных таблицы, статистически значимые различия между группами сохранились и после поправки на множественные сравнения: между группой пациентов до 59 лет и группами 60–74 лет ($p=0,002$) и

Таблица 1

Сравнение разных возрастных групп по основным антропометрическим показателям и опросникам

Table 1

Comparison of anthropometric parameters and questionnaire-based assessments across different age groups

Показатель / Parameter	Возрастная группа, лет / Age group, years	Медиана и квартили / Median and quartiles	Диапазон / Range	Р-критерий Краскела– Уоллиса / Kruskal–Wallis test, p-value	Р-критерий Данна / Dunn's test, p-value
Рост, см / Height, cm	№ 1 — 40–59	165,00 (161,00; 168,00)	160,00–172,00	<0,001	№ 1/2 p=0,002 № 2/3 p=0,127 № 1/3 p <0,001
	№ 2 — 60–74	160,00 (156,00; 164,00)	148,00–172,00		
	№ 3 >75	155,50 (150,75; 160,25)	145,00–168,00		
Вес, кг / Weight, kg	№ 1 — 40–59	71,00 (60,00; 79,20)	45,70–94,00	0,046	№ 1/2 p=1,000 № 2/3 p=0,103 № 1/3 p=1,000
	№ 2 — 60–74	70,00 (61,45; 79,00)	52,00–112,40		
	№ 3 >75	60,00 (54,75; 75,25)	48,00–95,00		
Индекс массы тела / Body mass index	№ 1 — 40–59	25,26 (20,76; 28,47)	16,79–35,16	0,097	№ 1/2 p=0,127 № 2/3 p=0,463 № 1/3 p=1,000
	№ 2 — 60–74	27,85 (24,65; 29,95)	19,72–43,91		
	№ 3 >75	26,22 (22,82; 29,29)	19,60–37,11		
FRAX1	№ 1 — 40–59	8,20 (7,40; 14,00)	6,80–21,00	<0,001	№ 1/2 p=0,002 № 2/3 p=0,049 № 1/3 p <0,001
	№ 2 — 60–74	16,00 (9,50; 19,00)	6,80–38,00		
	№ 3 >75	18,50 (13,75; 29,00)	8,30–44,00		
FRAX2	№ 1 — 40–59	0,70 (0,50; 1,10)	0,40–5,50	<0,001	№ 1/2 p <0,001 № 2/3 p <0,001 № 1/3 p <0,001
	№ 2 — 60–74	2,40 (1,40; 3,55)	0,50–14,00		
	№ 3 >75	6,55 (3,77; 13,25)	1,50–28,00		
MNA	№ 1 — 40–59	24,00 (24,00; 24,00)	18,00–24,00	0,002	№ 1/2 p=0,047 № 2/3 p <0,001 № 1/3 p=1,000
	№ 2 — 60–74	24,00 (24,00; 24,00)	19,00–24,00		
	№ 3 >75	24,00 (23,00; 24,00)	17,00–24,00		
NRS-2002	№ 1 — 40–59	0,00 (0,00; 0,00)	0,00–3,00	0,130	№ 1/2 p=0,189 № 2/3 p=0,129 № 1/3 p=1,000
	№ 2 — 60–74	0,00 (0,00; 0,00)	0,00–3,00		
	№ 3 >75	0,00 (0,00; 0,00)	0,00–4,00		

Примечание: FRAX — инструмент для оценки риска переломов; FRAX1 — значение 10-летней расчетной вероятности основных (всех) остеопоротических переломов, без коррекции на данные денситометрии; FRAX2 — значение 10-летней расчетной вероятности остеопоротических переломов бедра, без коррекции на данные денситометрии; MNA — краткая шкала оценки питания; NRS-2002 — скрининговая шкала для оценки нутриционного риска.

Note: FRAX — Fracture Risk Assessment Tool; FRAX1 — 10-year probability of major osteoporotic fractures without bone mineral density (BMD) adjustment; FRAX2 — 10-year probability of hip fracture without bone mineral density (BMD) adjustment; MNA — Mini Nutritional Assessment; NRS-2002 — Nutritional Risk Screening 2002

Таблица составлена авторами / The table is prepared by the authors

75 лет и старше ($p < 0,001$). Однако при сопоставлении показателей веса и ИМТ подобной связи не выявлено.

Расчетный риск переломов FRAX продемонстрировал статистически значимые различия в разных возрастных группах ($p < 0,001$), что можно объяснить тем, что в своих расчетах он использует параметр возраста. Для риска переломов бедра статистическая значимость достигала максимальной ($p < 0,001$) при сравнении всех возрастных групп.

По результатам расширенной шкалы MNA отмечены значимые различия между возрастными группами ($p = 0,002$). После поправки

на множественные сравнения различия были значимыми между группой 60–74 года и старшей группой (> 75 лет) и достигли статистической значимости ($p < 0,001$). В старшей возрастной группе средний балл MNA был ниже, что отражает возрастную тенденцию к снижению нутритивного статуса. В то же время распределение результатов по шкале NRS-2002 существенно не различалось между возрастными группами ($p = 0,130$).

Далее проведено сравнение пациентов в разных возрастных группах по параметрам денситометрии, которое представлено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение разных возрастных групп по основным показателям денситометрии

Table 2

Comparison of bone mineral density parameters across different age groups

Показатель / Parameter	Возрастная группа, лет / Age group, years	Медиана и квартили / Median and quartiles	Диапазон / Range	Р-критерий Краскела–Уоллиса / Kruskal–Wallis test, p-value	Р-критерий Данна / Dunn's test, p-value
Позвоночник L1–L4/ Lumbar spine L1–L4	№ 1 — 40–59	0,81 (0,76; 0,86)	0,55–0,91	0,404	№ 1/2 p=1,000 № 2/3 p=1,000 № 1/3 p=0,544
	№ 2 — 60–74	0,83 (0,77; 0,91)	0,61–1,21		
	№ 3 >75	0,84 (0,74; 0,98)	0,58–1,40		
Шейка бедра / Femoral neck	№ 1 — 40–59	0,78 (0,69; 0,80)	0,55–0,95	<0,001	№ 1/2 p=1,000 № 2/3 p<0,001 № 1/3 p=0,013
	№ 2 — 60–74	0,77 (0,71; 0,80)	0,57–1,10		
	№ 3 >75	0,67 (0,64; 0,73)	0,54–0,93		
Проксимальный отдел бедра / Total hip	№ 1 — 40–59	0,90 (0,79; 0,99)	0,57–1,05	0,001	№ 1/2 p=1,000 № 2/3 p=0,002 № 1/3 p=0,024
	№ 2 — 60–74	0,88 (0,79; 0,96)	0,63–1,15		
	№ 3 >75	0,77 (0,71; 0,87)	0,53–1,19		

Примечание: у лиц старше 75 лет значения BMD (Bone Mineral Density — минеральная костная плотность) были ниже, чем у участников 60–74 лет, тогда как различия между двумя младшими и крайними возрастными группами не достигали значимости.
Note: Participants aged ≥ 75 years had lower BMD (Bone Mineral Density) values than those aged 60–74 years, whereas the differences between the youngest and the oldest age groups did not reach statistical significance.

Таблица составлена авторами / The table is prepared by the authors

Таблица 3

Сравнение разных возрастных групп по основным показателям биоимпеданса

Table 3

Comparison of major bioelectrical impedance analysis parameters across different age groups

Показатель / Parameter	Возрастная группа, лет / Age group, years	Медиана и квартили / Median and quartiles	Диапазон / Range	Р-критерий Краскела– Уоллиса / Kruskal– Wallis test, p-value	Р-критерий Данна / Dunn's test, p-value
Фазовый угол / Phase angle	№ 1 — 40–59	5,83 (5,36; 6,17)	4,51–6,40	<0,001	№ 1/2 p=0,109 № 2/3 p<0,001 № 1/3 p<0,001
	№ 2 — 60–74	5,45 (5,02; 5,75)	3,51–7,11		
	№ 3 >75	4,75 (4,31; 5,29)	3,21–6,02		
Безжировая, или тощая, масса, кг / Fat-free, or lean body mass, kg	№ 1 — 40–59	44,97 (40,22; 46,61)	35,32–56,16	0,024	№ 1/2 p=1,000 № 2/3 p=0,460 № 1/3 p=0,918
	№ 2 — 60–74	44,30 (41,15; 48,92)	38,65–59,10		
	№ 3 >75	41,77 (39,68; 44,69)	36,46–53,55		
Скелетно-мышечная масса, кг / Skeletal muscle mass, kg	№ 1 — 40–59	18,70 (16,70; 19,74)	13,81–24,90	<0,001	№ 1/2 p=0,364 № 2/3 p=0,004 № 1/3 p<0,001
	№ 2 — 60–74	17,30 (15,89; 19,82)	12,85–25,01		
	№ 3 >75	14,71 (13,23; 16,55)	10,56–22,22		
Индекс безжировой массы, кг/м ² / Fat-free mass index, kg/m ²	№ 1 — 40–59	15,93 (15,22; 17,16)	13,24–19,43	0,013	№ 1/2 p=0,269 № 2/3 p=1,000 № 1/3 p=0,209
	№ 2 — 60–74	17,60 (16,38; 18,91)	13,58–23,09		
	№ 3 >75	18,03 (16,26; 18,59)	14,51–20,92		
Индекс скелетно- мышечной массы, кг/м ² / Skeletal muscle mass index, kg/m ²	№ 1 — 40–59	6,59 (6,35; 7,31)	5,40–8,62	<0,001	№ 1/2 p=1,000 № 2/3 p=0,012 № 1/3 p=0,040
	№ 2 — 60–74	6,80 (6,29; 7,59)	5,17–9,77		
	№ 3 >75	5,99 (5,62; 6,77)	4,92–8,68		

Примечание: наиболее значимые различия продемонстрированы в сравнении между разными возрастными группами показателя фазового угла, скелетно-мышечной массы и индекса скелетно-мышечной массы.
Note: Among the bioimpedance parameters, phase angle, skeletal muscle mass, and skeletal muscle mass index demonstrated the most pronounced differences across age groups.

Таблица составлена авторами / The table is prepared by the authors

Показатели минеральной плотности костной ткани L_I-L_{IV} не различались между возрастными группами ($p=0,404$). Учитывая снижение роста пациентов старших групп, можно предположить, что сопоставимые показатели минеральной костной плотности позвоночника в разных возрастных группах обусловлены ее завышением на фоне снижения высоты тел позвонков.

Косвенно подтверждает это суждение выявление значимых различий между возрастными группами ($p < 0,001$) для показателя BMD шейки бедра и всего бедра, подтвержденное при попарном сравнении с группой старше 75 лет: $p < 0,001$ при сопоставлении с группой 60–74 лет и $p=0,013$ при сравнении с группой до 59 лет. Похожая тенденция отмечается и при анализе всего проксимального отдела бедра.

Также был проведен анализ основных показателей биоимпедансного исследования в зависимости от возраста. Установлено, что фазовый угол достоверно снижался с увеличением возраста ($p < 0,001$). У пациентов старше 75 лет данный показатель был статистически значимо ниже по сравнению с лицами более молодого возраста, тогда как различий между группами 40–59 и 60–74 лет выявлено не было (табл. 3).

Для скелетно-мышечной массы и индекса скелетно-мышечной массы также отмечены значимые возрастные различия ($p < 0,001$). Однако после внесения поправки на множественные сравнения статистическая значимость сохранялась только для индекса скелетно-мышечной массы: у пациентов старше 75 лет его значения были ниже, чем в группе

Таблица 4

Сравнение разных возрастных групп по результатам лабораторных исследований

Table 4

Comparison of laboratory findings across different age groups

Показатель / Parameter	Возрастная группа, лет / Age group, years	Медиана и квартили / Median and quartiles	Диапазон / Range	Р-критерий Краскела– Уоллиса / Kruskal– Wallis test, p-value	Р-критерий Данна / Dunn's test, p-value
Кальций общий, ммоль/л / Total calcium, mmol/L	№ 1 — 40–59	2,35 (2,29; 2,49)	2,15–2,73	0,867	№ 1/2 $p=0,262$ № 2/3 $p=0,940$ № 1/3 $p=0,099$
	№ 2 — 60–74	2,31 (2,22; 2,35)	1,95–2,58		
	№ 3 >75	2,28 (2,21; 2,33)	2,05–2,64		
Альбумин, г/л / Albumin, g/L	№ 1 — 40–59	44,20 (42,00; 46,20)	39,50–49,50	<0,001	№ 1/2 $p=0,014$ № 2/3 $p=0,046$ № 1/3 $p<0,001$
	№ 2 — 60–74	41,70 (39,00; 44,10)	36,00–48,50		
	№ 3 >75	40,20 (38,67; 42,02)	33,20–49,80		
Фосфор, ммоль/л / Phosphorus, mmol/L	№ 1 — 40–59	1,30 (1,20; 1,38)	1,04–1,80	0,018	№ 1/2 $p=0,108$ № 2/3 $p=0,169$ № 1/3 $p=1,000$
	№ 2 — 60–74	1,21 (1,12; 1,29)	0,70–1,55		
	№ 3 >75	1,25 (1,19; 1,38)	0,81–1,65		
Общий белок, г/л / Total protein, g/L	№ 1 — 40–59	73,00 (70,00; 76,00)	62,00–79,00	0,661	№ 1/2 $p=1,000$ № 2/3 $p=1,000$ № 1/3 $p=1,000$
	№ 2 — 60–74	72,00 (68,50; 74,00)	62,00–87,00		
	№ 3 >75	72,50 (68,00; 76,25)	57,00–83,00		
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μ mol/L	№ 1 — 40–59	75,00 (72,00; 77,00)	55,00–80,00	0,046	№ 1/2 $p=1,000$ № 2/3 $p=0,032$ № 1/3 $p=0,043$
	№ 2 — 60–74	74,00 (71,00; 80,00)	45,40–135,00		
	№ 3 >75	78,00 (74,00; 81,00)	47,50–159,00		
25-ОН-витамин D, нг/мл / 25-hydroxyvitamin D, ng/mL	№ 1 — 40–59	31,00 (23,00; 42,20)	6,09–58,00	0,090	№ 1/2 $p=1,000$ № 2/3 $p=0,133$ № 1/3 $p=0,857$
	№ 2 — 60–74	35,00 (28,24; 44,70)	8,60–70,00		
	№ 3 >75	30,53 (22,07; 38,40)	5,89–61,80		
Абсолютное число лимфоцитов, $10^9/л$ / Absolute lymphocyte count, $10^9/L$	№ 1 — 40–59	1,86 (1,70; 2,01)	0,92–2,80	0,014	№ 1/2 $p=0,016$ № 2/3 $p=0,263$ № 1/3 $p=1,000$
	№ 2 — 60–74	2,05 (1,92; 2,19)	1,20–3,35		
	№ 3 >75	1,97 (1,43; 2,15)	1,09–3,74		

Таблица составлена авторами / The table is prepared by the authors

Таблица 5

Значения коэффициента корреляции Спирмена

Table 5

Spearman's correlation coefficients

Переменная / Variable	Коэффициент / Coefficient	p-значение / p-value
Индекс скелетно-мышечной массы / Skeletal muscle mass index	-0,229	0,0065
Минеральная плотность кости позвоночника L1-L4 / Lumbar spine bone mineral density (L1-L4)	0,158	0,079
Минеральная плотность кости шейки бедра / Femoral neck bone mineral density	-0,355	<0,001
Минеральная плотность кости проксимального отдела бедра / Total hip bone mineral density	-0,328	<0,001

Таблица составлена авторами / The table is prepared by the authors

60–74 лет ($p=0,012$). Различия также были обнаружены по безжировой (тощей) массе тела ($p=0,024$), индексу безжировой (тощей) массы ($p=0,013$), но в попарных сравнениях они не подтвердились. Показатель фазового угла продемонстрировал статистическую значимость ($p < 0,001$), в том числе в попарных сравнениях с группой пациентов старше 75 лет: $p < 0,001$ при сравнении с группой 60–74 лет и $p=0,001$ при сравнении с группой до 59 лет.

Проведен также анализ различия возрастных групп по результатам основных проведенных лабораторных исследований, потенциально отражающих их нутритивный статус, что представлено в табл. 4.

Статистически значимые различия между группами получены по уровню альбумина ($p < 0,001$), креатинина ($p=0,046$), фосфора ($p=0,018$) и абсолютного числа лимфоцитов крови ($p=0,014$). Однако при поправке на множественные сравнения статистическая значимость сохранилась только для сопоставления между группами уровня альбумина (при сравнении группы пациентов до 59 лет с группой 60–74 лет ($p=0,014$) и старше 75 лет ($p < 0,001$)) и абсолютного числа лимфоцитов (при сравнении группы до 59 лет с группой 60–74 лет, однако значимость коэффициента, с учетом поправки на множественные сравнения, пограничная ($p=0,016$)).

Таким образом, сопоставляя разные по возрасту группы пациентов, после поправки на множественные сравнения статистически значимые возрастные различия сохранялись для величины их роста, фазового угла, BMD шейки и всего проксимального отдела бедра, показателей FRAX, MNA, скелетно-мышечной массы и индекса скелетно-мышечной массы, а также уровня альбумина.

По данным корреляционного анализа Спирмена (табл. 5), увеличение возраста ассоциировалось со снижением индекса скелетно-мышечной массы ($p=-0,229$; $p=0,006$), а также минеральной плотности костной ткани шейки бедра ($p=-0,355$; $p < 0,001$) и всего проксимального отдела бедра ($p=-0,328$; $p < 0,001$). При этом статистически значимой связи между возрастом и минеральной плотностью костной ткани поясничного отдела позвоночника (L1–L4) не выявлено ($p=0,158$; $p=0,079$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По мере увеличения возрастных значений исследуемых пациентов выявлено статистически значимое снижение роста ($p < 0,001$), тогда как различия индекса массы тела между группами отсутствовали ($p=0,097$). Показатели FRAX увеличивались с возрастом ($p < 0,001$), а значения MNA снижались у пациенток старших возрастных групп ($p=0,002$).

При анализе денситометрии поясничного отдела позвоночника и бедренной кости возрастные различия не были выявлены для минеральной плотности костной ткани поясничного отдела позвоночника ($p=0,404$), однако показали статистическую значимость в области шейки бедра ($p < 0,001$) и проксимального отдела бедра ($p=0,001$), достоверно снижаясь с возрастом.

По данным биоимпедансного анализа состава тела у пациенток старших возрастных групп отмечались более низкие значения фазового угла ($p < 0,001$), скелетно-мышечной массы ($p < 0,001$) и индекса скелетно-мышечной массы ($p < 0,001$).

Среди лабораторных показателей наиболее выраженные возрастные различия были

выявлены для уровня альбумина ($p < 0,001$), который также снижался с возрастом.

Корреляционный анализ продемонстрировал статистически значимую отрицательную связь возраста с индексом скелетно-мышечной массы ($\rho = -0,229$; $p = 0,006$), BMD шейки бедра ($\rho = -0,355$; $p < 0,001$) и проксимального отдела бедра ($\rho = -0,328$; $p < 0,001$). Статистически значимой связи возраста с BMD поясничного отдела позвоночника также не выявлено ($\rho = 0,158$; $p = 0,079$).

Таким образом, увеличение возраста у женщин с остеопенией и остеопорозом ассоциировано со снижением мышечной массы, фазового угла биоимпедансного анализа, уровня альбумина и минеральной плотности костной ткани бедренной кости.

ОБСУЖДЕНИЕ

В данном исследовании проведен анализ клинико-anamnestических параметров пациенток группы постменопаузального остеопороза и остеопении, и полученные результаты в целом подтверждают концепцию остеосаркопении как многофакторного возраст-ассоциированного синдрома, характеризуемого параллельным ухудшением состояния костной и мышечной ткани. Например, выявлено статистически значимое снижение показателей мышечной массы (измеренной с помощью БИА) с возрастом. Проведенный корреляционный анализ также продемонстрировал отрицательную связь возраста с индексом скелетно-мышечной массы ($\rho = -0,229$; $p = 0,006$). Снижение показателя фазового угла БИА также может свидетельствовать об ухудшении функционального состояния клеток и изменении их метаболической активности, что соответствует современным представлениям о патогенезе саркопении.

При исследовании состояния костной ткани установлено, что наиболее выраженные возрастные изменения наблюдались в области проксимального отдела бедренной кости. Выявлены статистически значимые отрицательные корреляции между возрастом и минеральной плотностью кости шейки бедра ($\rho = -0,355$; $p < 0,001$), а также всего проксимального отдела бедра ($\rho = -0,328$; $p < 0,001$). Полученные данные согласуются с результатами многочисленных исследований, демонстрирующих более выраженную потерю костной массы в областях, богатых кортикальной костью, по мере увеличения возраста и длительности постменопаузы.

Но особо интересным результатом, мало описанным в литературе, является отсутствие статистически значимых различий минеральной плотности костной ткани поясничного отдела позвоночника между возрастными группами, а также отсутствие достоверной корреляции данного показателя с возрастом. Наиболее вероятной причиной получения таких данных авторы считают деформацию тел позвонков, вызывающих возрастное снижение роста. Однако объяснением также могут быть другие дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника, включая остеофитоз, кальцификацию связочного аппарата. Известно, что подобные изменения способны приводить к искусственному завышению показателей минеральной плотности костей по данным двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, что может маскировать потерю костной массы и затруднять диагностику остеопороза.

Косвенно эту гипотезу подтверждает возраст-ассоциированное снижение роста пациенток. Даже несмотря на отсутствие статистически значимых различий индекса массы тела между возрастными категориями, наблюдаемое уменьшение роста может приводить к искажению расчетных значений ИМТ, что ограничивает его использование для оценки нутритивного статуса данной группы пациентов.

Среди лабораторных данных, анализируемых в нашем исследовании, обращает на себя внимание возраст-ассоциированное снижение концентрации альбумина сыворотки крови. Даже при сохранении медианных значений в пределах референсного диапазона выявленные различия могут отражать постепенное ухудшение белкового обеспечения организма и являться дополнительным маркером риска развития саркопении.

Однако следует отметить и ограничения проведенного исследования. К ним, в первую очередь, можно отнести малую выборку (120 пациенток), одноцентровой дизайн и отсутствие сравнения с группой пациенток без нарушений минеральной костной плотности. К тому же, поперечный характер исследования не позволяет оценить причинно-следственные связи между возрастом, изменениями состава тела и состоянием костной ткани. Для уточнения полученных данных рекомендуется проведение дальнейших проспективных многоцентровых исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У женщин постменопаузального периода с остеопенией и остеопорозом показатель

«паспортного» возраста ассоциирован со снижением минеральной плотности костной ткани проксимального отдела бедренной кости. У пациенток старшего возраста также отмечены признаки возрастного ухудшения нутритивного статуса, включая снижение уровня альбумина и показателей мышечной массы, несмотря на отсутствие статистически значимых различий показателя ИМТ. Полученные данные свидетельствуют о том, что использование только ИМТ для оценки нутритивного статуса у пациенток в постменопаузе, особенно старшего возраста, может быть недостаточно информативно.

Отсутствие различий минеральной плотности костной ткани поясничного отдела позвоночника в разных возрастных группах позволяет предположить влияние возрастных дегенеративных изменений на результаты денситометрии позвоночника и указывает на необходимость комплексной интерпретации всех клинико-инструментальных данных для диагностики, лечения и профилактики остеопороза.

Выявленные возрастные изменения костной и мышечной ткани у женщин с постменопаузальным остеопорозом и остеопенией свидетельствуют о тесной взаимосвязи данных компонентов костно-мышечной системы и подтверждают необходимость комплексного подхода к диагностике, профилактике и коррекции остеосаркопении с применением современных методов оценки костной и мышечной ткани.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Подхвятилина А.С. — сбор и анализ полученных данных, обзор литературы, написание статьи; Никитин И.Г. — курация, сбор и анализ литературных источников, редакция статьи; Щелыкалина С.П. — курация, редакция статьи.

Авторы одобрили рукопись, а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено на заседании локального этического комитета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России 22 января 2024 г., выписка № 236 от 22.01.2024 г. Пациенты, включенные в исследование, подписали письменное информационное согласие на использование их обезличенных медицинских данных с научной целью.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведенным исследованием и публикацией настоящей статьи.

Заявление об оригинальности. Для подготовки материалов статьи использованы впервые собранные данные, не опубликованные ранее.

Доступ к данным. Авторы предоставляют доступ к обезличенным данным статьи по запросу.

Генеративный искусственный интеллект. В данной работе искусственный интеллект не использовался.

Рассмотрение и рецензирование. Рукопись направлена в редакцию журнала в инициативном порядке.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. Podkhvatilina A.S. — data collection and analysis, literature review, manuscript writing; Nikitin I.G. — supervision, literature search and analysis, manuscript editing; Shchelykalina S.P. — supervision, manuscript editing.

The authors approved the manuscript and agree to be accountable for all aspects of this work. They guarantee the appropriate review and resolution of issues related to the accuracy and integrity of any part of it.

Ethics approval. The study was approved by the Local Ethics Committee of Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, on January 22, 2024 (Protocol No. 236 dated January 22, 2024). Patients included in the study provided written informed consent for the use of their anonymized medical data for research purposes.

Disclosure of interests. The authors declare no actual or potential conflicts of interest related to the conduct of the study and the publication of this article.

Statement of originality. This article is based on newly collected data that have not been previously published.

Data availability. The authors will provide access to anonymized data underlying the article upon reasonable request.

Generative artificial intelligence. No generative artificial intelligence tools were used in the preparation of this manuscript.

Peer review. The manuscript was submitted to the journal on the authors' own initiative.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gielen E., Dupont J., Dejaeger M., Laurent M.R. Sarcopenia, osteoporosis and frailty. *Metabolism*. 2023;145: 155638. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2023.155638>.
2. Gatenby C., Simpson P. Menopause: physiology, definitions, and symptoms. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2024;38(1):101855. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2023.101855>.
3. Shao M., Wang Q., Lv Q., Zhang Y., Gao G., Lu S. Advances in the research on myokine-driven regulation of bone metabolism. *Heliyon*. 2024;10(1):e22547. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22547>.
4. Erdélyi A., Pálfi E., Túű L., Nas K., Szűcs Z., Török M. et al. The importance of nutrition in menopause and perimenopause — a review. *Nutrients*. 2023;16(1):27. <https://doi.org/10.3390/nu16010027>.
5. Critchlow A.J., Hiam D., Williams R., Scott D., Lamon S. The role of estrogen in female skeletal muscle aging: A systematic review. *Maturitas*. 2023;178:107844. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2023.107844>.
6. Ткачева О.Н., Тутельян В.А., Шестопалов А.Е., Котовская Ю.В., Стародубова А.В., Погожева А.В. и др. Недостаточность питания (мальнутриция) у пациентов пожилого и старческого возраста. Клинические рекомендации. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2021;(1):15–34. <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2021-15-34>.
7. Белая Ж.Е., Белова К.Ю., Бирюкова Е.В., Дедов И.И., Дзеранова Л.К., Драпкина О.М. и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. *Остеопороз и остеопатии*. 2021;24(2):4–47. <https://doi.org/10.14341/osteo12930>.

ОБ АВТОРАХ

✉ **Анастасия Сергеевна Подхватилина** — врач — эндокринолог-диетолог, Национальный медицинский исследовательский центр «Лечебно-реабилитационный центр»; старший лаборант кафедры госпитальной терапии имени академика Г.И. Сторожакова Института клинической медицины, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова. E-mail: nansy.rezerpin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5050-6390>; SPIN: 2818-8561

Игорь Геннадиевич Никитин — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой госпитальной терапии имени академика Г.И. Сторожакова Института клинической медицины. E-mail: igor.nikitin.64@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1699-0881>; SPIN: 3595-1990

Светлана Павловна Щелыкалина — к.м.н., доцент кафедры медицинской кибернетики информатики им. С.А. Гаспаряна медико-биологического факультета. E-mail: Svetlanath@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3292-8949>; SPIN: 9804-0820

REFERENCES

1. Gielen E., Dupont J., Dejaeger M., Laurent M.R. Sarcopenia, osteoporosis and frailty. *Metabolism*. 2023;145: 155638. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2023.155638>.
2. Gatenby C., Simpson P. Menopause: physiology, definitions, and symptoms. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2024;38(1):101855. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2023.101855>.
3. Shao M., Wang Q., Lv Q., Zhang Y., Gao G., Lu S. Advances in the research on myokine-driven regulation of bone metabolism. *Heliyon*. 2024;10(1):e22547. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22547>.
4. Erdélyi A., Pálfi E., Túű L., Nas K., Szűcs Z., Török M. et al. The importance of nutrition in menopause and perimenopause — a review. *Nutrients*. 2023;16(1):27. <https://doi.org/10.3390/nu16010027>.
5. Critchlow A.J., Hiam D., Williams R., Scott D., Lamon S. The role of estrogen in female skeletal muscle aging: A systematic review. *Maturitas*. 2023;178:107844. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2023.107844>.
6. Tkacheva O.N., Tutelyan V.A., Shestopalov A.E., Kotosvskaya Yu.V., Starodubova A.V., Pogozheva A.V. et al. Nutritional insufficiency (malnutrition) in older adults. Clinical recommendations. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021;(1):15–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.37586/2686-8636-1-2021-15-34>.
7. Belaya Zh.E., Belova K.Yu., Biryukova E.V., Dedov I.I., Dzeranova L.K., Drapkina O.M. et al. Federal clinical guidelines for diagnosis, treatment and prevention of osteoporosis. *Osteoporosis and Bone Diseases*. 2021;24(2):4–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.14341/osteo12930>.

AUTHORS' INFO

✉ **Anastasiya S. Podkhvatilina** — Endocrinologist, nutritionist, National Medical Research Centre “Treatment and Rehabilitation Centre”; Senior laboratory assistant at the Department of Hospital Therapy named after Academician G.I. Storozhakov, Institute of Medical Sciences, Pirogov Russian National Research Medical University. E-mail: nansy.rezerpin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5050-6390>; SPIN: 2818-8561

Igor G. Nikitin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Hospital Therapy named after Academician G.I. Storozhakov, Institute of Medical Sciences. E-mail: igor.nikitin.64@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1699-0881>; SPIN: 3595-1990

Svetlana P. Shchelykalina — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Medical Cybernetics and Computer Science named after S.A. Gasparyan, Faculty of Medicine and Biology. E-mail: Svetlanath@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3292-8949>; SPIN: 9804-0820