DOI: https://doi.org/10.51922/1818-426X.2026.4.55

К. Ю. Антюх[1], Е. А. Григоренко[1,2], Н. А. Васильева[3], Н. В. Семенова[1], И. И. Русских[1], Т. В. Курушко[1], А. Ф. Шептулина[4], О. М. Драпкина[4], Н. П. Митьковская[2]

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЦЕНКА МЯГКИХ ТКАНЕЙ ПРАВОГО БЕДРА В ДИАГНОСТИКЕ САРКОПЕНИИ У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ И ОЖИРЕНИЕМ: ОТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ К ВЕРИФИКАЦИИ

Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Республика Беларусь,[1]
УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Республика Беларусь,[2]
Республиканский научно-практический центр медицинской экспертизы и реабилитации, Минск, Республика Беларусь,[3]
Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия[4]

Цель исследования. *Оценка возможности ультразвукового метода для определения мышечной массы и диагностики саркопении у пациентов трудоспособного возраста с АГ и ожирением.*

Материалы и методы. *Проведено поперечное (сравнительное) одноцентровое исследование, включавшее 160 пациентов (96 мужчин и 64 женщины) с АГ I–II степени и ожирением в возрасте от 30 до 64 лет. Средний возраст участников исследования составил 47,8 ± 7,99 лет. Всем пациентам выполнены антропометрические измерения, оценка силы и функции скелетных мышц, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) на аппарате Lunar Prodigy GE (core Version 18.0, США). Ультразвуковое исследование (УЗИ) прямой и промежуточной широкой мышц бедра, подкожно-жировой клетчатки (ПЖК) проводилось на аппарате ультразвуковой диагностики экспертного класса EPIQ производства Philips Ultrasound Inc (США). Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью пакета статистических программ SPSS 27.0 (IBM, USA), Statistica (версия 10.0, StatSoft, Inc., USA). Научные результаты интерпретировали как достоверные, а различия между показателями считали значимыми при $p < 0,05$.*

Результаты. *Выявлена обратная корреляционная связь толщины ПЖК с мышечной массой и силой, толщина прямой мышцы бедра, напротив, была напрямую связана с данными показателями. Чем больше была толщина ПЖК, тем более выраженной была мышечная дисфункция (пациенту требовалось больше времени на выполнение тестов с 5-кратным подъемом со стула и ходьбой на 4 метра) и наоборот, чем больше была толщина прямой и промежуточной широкой мышц бедра справа, тем меньше времени требовалось пациенту на выполнение указанных тестов. AUROCs для УЗ-параметров мягких тканей бедра, в частности толщины ПЖК и толщины правой прямой мышцы бедра для выявления сниженной скелетной мышечной массы (по параметру индекс отношения аппендикулярной скелетной мышечной массы к массе тела, ДРА) у пациентов с ожирением и АГ составили 0,752 (0,639–0,864)/0,604 (0,487–0,720) и 0,628 (0,490–0,766)/0,669 (0,525–0,812) у мужчин и женщин соответственно. AUROC для суммарной толщины прямой и промежуточной широкой мышц бедра по данным УЗИ в определении саркопении составила 0,633 (95 % ДИ: 0,532–0,733).*

Заключение. *Ультразвуковая оценка мягких тканей бедра (толщина ПЖК и мышц) является перспективным методом скрининга саркопении у пациентов с АГ и ожирением. Верификация снижения мышечной массы с помощью ультразвуковой визуализации мышц бедра у данной категории пациентов может быть использована в качестве альтернативы ДРА для выявления саркопении на ранних стадиях ее развития.*

Ключевые слова: *артериальная гипертензия, ожирение, мышечная масса, ультразвук, саркопения.*

K. Yu. Antyukh[1], E. A. Grigorenko[1,2], N. A. Vasilyeva[3], N. V. Semenova[1], I. I. Russkikh[1], T. V. Kurushko[1], A. F. Sheptulina[4], O. M. Drapkina[4], N. P. Mitkovskaya[2]

ULTRASONIC EVALUATION OF SOFT TISSUES OF THE RIGHT THIGH IN THE DIAGNOSIS OF SARCOPENIA IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION AND OBESITY: FROM VISUALIZATION TO VERIFICATION

Republican Scientific and Practical Center «Cardiology», Minsk, Belarus,[1]
Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus,[2]
Republican Scientific and Practical Center for Medical Expertise and Rehabilitation, Minsk, Belarus,[3]
National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia[4]

Purpose To evaluate the feasibility of ultrasound for determining muscle mass and diagnosing sarcopenia in working-age patients with arterial hypertension (AH) and obesity.

Materials and Methods. *A cross-sectional (comparative) single-center study was conducted, including 160 patients (96 men and 64 women) with stage I–II AH and obesity, aged 30 to 64 years. The average age of the study participants was 47.8 ± 7.99 years. All patients underwent anthropometric measurements, assessment of skeletal muscle strength and function, and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) using a Lunar Prodigy GE (core Version 18.0, USA). Ultrasound examination of the rectus femoris, vastus intermedius, and subcutaneous fat was performed using an EPIQ expert-class ultrasound system manufactured by Philips Ultrasound Inc. (USA). Statistical analysis of the obtained data was performed using SPSS 27.0 (IBM, USA) and Statistica (version 10.0, StatSoft, Inc., USA). Results were interpreted as reliable, and differences between parameters were considered significant at $p < 0.05$.*

Results. *An inverse correlation was found between subcutaneous fat thickness and muscle mass and strength. Conversely, rectus femoris thickness was directly related to these parameters. The greater the subcutaneous fat thickness, the more pronounced the muscle dysfunction (the patient required more time to complete the 5-times chair stand and 4-meter walk tests). Conversely, the greater the thickness of the right rectus femoris and vastus intermedius muscles, the less time the patient required to complete these tests. AUROCs for US parameters of the thigh soft tissue, specifically subcutaneous fat thickness and right rectus femoris thickness, for identifying reduced skeletal muscle mass (according to the appendicular skeletal muscle mass to body weight ratio, DXA) in patients with obesity and hypertension were 0.752 (0.639–0.864)/0.604 (0.487–0.720) and 0.628 (0.490–0.766)/0.669 (0.525–0.812) in men and women, respectively. The AUROC for the total thickness of the rectus femoris and vastus intermedius muscles according to US data in determining sarcopenia was 0.633 (95 % CI: 0.532–0.733).*

Conclusion. *Ultrasound assessment of the thigh soft tissue (subcutaneous fat and muscle thickness) is a promising method for screening for sarcopenia in patients with AH and obesity. Verification of muscle loss using ultrasound imaging of the thigh muscles in this patient population can be used as an alternative to DXA for detecting sarcopenia in its early stages.*

Key words: *arterial hypertension, obesity, muscle mass, ultrasound, sarcopenia.*

Саркопения – это патологическое состояние, характеризующееся прогрессирующей потерей мышечной силы и массы с последующим снижением функциональных возможностей и, как следствие, ухудшением качества жизни пациента [1]. В последние годы подходы к пониманию саркопении значительно изменились: она перестала рассматриваться исключительно как возрастной синдром, и была признана мультисистемным состоянием, развивающимся в любом возрасте, связанным с другими хроническими заболеваниями и недостатком физической активности. Саркопения редко существует изолированно и чаще всего предполагает другие изменения состава тела. В случае, когда саркопения возникает на фоне повышенной жировой массы, она определяется, как саркопеническое ожирение, являющееся неблагоприятным метаболическим нарушением с точки зрения прогноза, и ассоциированным с увеличением индекса коморбидности. В 2022 г. Европейское общество по клиническому питанию и обмену веществ (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, ESPEN) и Европейская ассоциация по изучению ожирения (European Association for the Study of Obesity, EASO) опубликовали первые консенсуальные рекомендации по определению и диагностике саркопенического ожирения [4]. Результаты исследования National Health and Nutrition Examination Survey пока-

зали, что распространенность саркопенического ожирения составляет 12,6 % у мужчин и 33,5 % у женщин [5]. При этом к 2051 году, вследствие глобального роста пожилого населения во всем мире, распространенность саркопенического ожирения может достичь 100–200 млн человек [6], что свидетельствуют о необходимости разработки комплексных стратегий, направленных на снижение жировой массы и сохранение мышечной силы, их внедрения в протоколы раннего скрининга снижения мышечной массы и силы, которые позволят начать лечебно-профилактические мероприятия в молодом и среднем возрасте, приведут к уменьшению прогрессирования саркопенического ожирения в пожилом возрасте, сохранят и улучшат качество жизни данной категории пациентов.

Для диагностики саркопении рекомендовано использовать определение 3 параметров скрининга: 1 – мышечной массы, 2 – мышечной силы, 3 – мышечной функции.

Для оценки состава тела используются различные методы исследования: антропометрические (индекс массы тела (ИМТ), окружность талии, окружность бедер, толщина кожных складок, окружность голени, окружность средней трети плеча, мышечная окружность плеча) и инструментальные (биоимпедансный анализ тела (БИА), двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА), компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ)). Существует несколько методов корректировки результатов по росту или ИМТ.

В рутинной клинической практике чаще используются антропометрические методы исследования, являющиеся наиболее доступными, но при этом наименее точными и достаточно субъективными. У пациентов старших возрастных групп, как с нормальным ИМТ, так и избыточной массой тела или ожирением, окружность плеча и окружность голени долго остаются в пределах пороговых значений для данного показателя, поэтому потеря мышечной массы проходит незаметно и ранняя стадия саркопении (пресаркопения), как правило, не диагностируется. Только при снижении мышечной силы и функциональной способности, уже на стадии саркопении или тяжелой саркопении, пациент попадает в «поле зрения» врача. Помимо этого, антропометрический метод недостаточно информативен и специфичен в оценке мышечной массы при отеках, перераспределении жировой массы, изменениях в жировой ткани и потере эластичности кожи, связанных с возрастом. Таким образом, антропометрические исследования не рекомендуются для использования в целях диагностики саркопении, но могут применяться в качестве альтернативы в случае отсутствия возможности назначения других диагностических методов.

В сравнении с антропометрическими инструментальные методы обеспечивают более высокую точность и надежность исследования, при этом каждая методика имеет свои положительные и отрицательные стороны. Использование ДРА, КТ или МРТ для скрининга снижения мышечной массы имеет ряд ограничений: лучевая нагрузка, крупногабаритные размеры диагностического оборудования, отсутствие возможности его перемещения, необходимость наличия высококвалифицированного персонала, значительные финансовые затраты, низкая доступность для первичного звена здравоохранения. В свою очередь БИА, являющийся альтернативой лучевым методам диагностики, имеет ограничения для использования у пациентов кардиологического профиля. К примеру, наличие отеков у лиц с хронической сердечной недостаточностью [3] может влиять на результаты измерения композиционного состава тела и мышечной массы. Так же он противопоказан пациентам с кардиостимуляторами. Все вышеупомянутые методики имеют ограничения у тяжелых пациентов с ограниченной транспортабельностью.

Таким образом, в настоящий момент в рутинной клинической практике диагностика ранних степеней саркопении, а именно пресаркопении, является проблематичной из-за сложности трактовки антропометрических данных для определения мышечной массы, особенно у пациентов с ожирением, распространенность которого увеличивается. Соответственно, медицинская профилактика саркопении часто не проводится, если нет возможности определения мышечной массы с помощью БИА, ДРА или других высокотехнологичных методов исследования.

Перспективным для применения в рутинной клинической практике с целью определения мышечной массы и выявления мышечной атрофии является использование ультразвукового метода исследования. Ультразвуковая визуализация мышечной ткани характеризуется как надежный и недорогой метод, который может применяться в стационарных и амбулаторных условиях, а также у пациентов с сопутствующей патологией, являясь более достоверным и точным в сравнении с антропометрическими измерениями, а также более безопасным и доступным, чем лучевые методы исследования [2].

Поскольку УЗИ дешевле, мобильнее и доступнее, чем другие диагностические методы, оно имеет потенциал для широкого использования в качестве инструмента клинического скрининга для выявления лиц с саркопенией (таблица 1).

Таблица 1. **Преимущества и недостатки диагностики саркопении с помощью УЗИ по сравнению с другими лучевыми методами**

Критерии	УЗИ	МРТ/КТ	Денситометрия
Стоимость	+	–	–
Доступность для пациента	+	–	–
Точность	+/–	+	+
Лучевая нагрузка	+	–	–

Примечания: КТ – компьютерная томография, МРТ – магнитно-резонансная томография, УЗИ – ультразвуковое исследование.

Представленные данные подтверждают важность разработки и внедрения в работу врачей первичного звена точного, удобного и доступного метода исследования мышечной массы для диагностики саркопении, позволяющего своевременно назначить комплекс профилактических и лечебных мероприятий, направленных на улучшение качества жизни данной категории пациентов и предотвращение их инвалидизации.

Цель исследования – оценка возможности ультразвукового метода для определения мышечной массы и диагностики саркопении у пациентов трудоспособного возраста с АГ и ожирением.

Материалы и методы

Исследование проведено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 2000) на базе государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр «Кардиология» Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом центра (заключение № 24 от 22.12.2022), каждым пациентом дано добровольное информированное согласие на участие в исследовании, обработку персональных данных и публикацию полученных результатов.

Критерии включения:

1) мужчины и женщины трудоспособного возраста (от 18 до 65 лет);

2) наличие АГ I-II степени (САД 140–159 мм рт. ст., ДАД 90–99 мм рт. ст. и САД 160-179 мм рт. ст., ДАД 100–109 мм рт. ст. соответственно);

3) индекс массы тела ≥ 30 кг/м^2 или содержание жира по данным двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии у женщин > 31 % и у мужчин > 25 %;

4) подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения: возраст < 18 лет и > 65 лет, острые инфекционные заболевания либо обострение хронических неинфекционных заболеваний в течение 4-х недель до включения, хронические заболевания сердечно-сосудистой системы, почек, печени в стадии декомпенсации, переломы нижних конечностей в течение 6 месяцев до начала исследования с сохраняющимся негативным воздействием на функциональный статус, заболевания и состояния, сопровождающиеся лимфостазом, наличие металлоконструкций в конечностях, любые клинически значимые нарушения или заболевания, затруднявшие передвижение и самообслуживание, психические заболевания, ограничивающие адекватное сотрудничество, онкологическое заболевание без радикального излечения, диффузные болезни соединительной ткани, морбидное или вторичное ожирение, неконтролируемая артериальная гипертензия или ее кризовое течение, вторичная гипертензия, сахарный диабет 1 типа, сахарный диабет 2 типа в случае инсулинотерапии, первичный и вторичный гиперпаратиреоз.

В соответствии с критериями включения и невключения в одномоментном одноцентровом исследовании в период с января 2023 г. по январь 2026 г. приняли участие 160 пациентов (96 мужчин и 64 женщины) с АГ I–II степени и ожирением в возрасте от 30 до 64 лет, подписавшие информированное согласие. Средний возраст участников исследования составил 47,8 ± 7,99 лет.

Проведен комплексный скрининг, включавший сбор анамнеза, физикальный осмотр и стратификацию сердечно-сосудистого риска при АГ, анализ медицинской документации для оценки распространенности модифицируемых факторов риска (возраст, курение, ожирение, злоупотребление алкоголем, гиподинамия, нерациональное питание, нарушения углеводного обмена, наследственный анамнез). В ходе клинического обследования выполнялись офисное измерение артериального давления на обеих руках, подсчет частоты сердечных сокращений, антропометрия, а также комплекс лабораторных и инструментальных исследований.

Диагноз саркопения устанавливали в соответствии с обновленными критериями Европейской рабочей группы по саркопении (European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP2, 2019 год) [1]. Диагностика саркопенического ожирения проводилась согласно алгоритму, предложенному ESPEN и EASO [4]. Обследование включало четыре последовательных этапа. На первом этапе осуществляли скрининг с применением опросника SARC-F и антропометрией (расчет ИМТ и измерение окружности талии (ОТ)). Второй этап был посвящен оценке мышечной силы (кистевая динамометрия, тест «вставание со стула») и физической работоспособности мышц по результатам выполнения набора тестов «Краткая батарея тестов физического функционирования» (Short Physical Performance Battery (SPPB)). Третий этап предусматривал анализ композиционного состава тела с определением показателей жировой и скелетно-мышечной массы (СММ) методом ДРА. Заключительный, четвертый этап, включал стадирование патологии с учетом имеющихся осложнений и последующую стратификацию риска в зависимости от тяжести состояния.

Стадия I: отсутствие осложнений, связанных с изменением состава тела и функциональных параметров скелетных мышц.

Стадия II: наличие как минимум одного осложнения, связанного с изменением состава тела и функциональных параметров скелетных мышц (например, метаболические нарушения, снижение функциональной активности, сердечно-сосудистые и респираторные заболевания).

Для исследования состава тела и оценки качественных характеристик мышечной ткани всем участникам проводилась ДРА на аппарате Lunar Prodigy GE (core Version 18.0, США). Критерии сниженной СММ определяли на основе двух индексов: 1) АСМИ (отношение суммы тощей мышечной массы верхних и нижних конечностей к росту в квадратных метрах); пороговые значения ≤ 7,26 кг/м^2 для мужчин и ≤ 5,50 кг/м^2 для женщин (EWGSOP2, 2019) [1]; 2) АСММ/МТ (отношение аппендикулярной скелетной массы к массе тела); пороговые значения < 28,27 % для мужчин и < 23,47 % для женщин (ESPEN/EASO, 2022) [4].

Определение мышечной массы с помощью ультразвука проводилось путем исследования прямой и промежуточной мышц бедра в продольном и поперечном срезе на аппарате ультразвуковой диагностики экспертного класса EPIQ производства Philips Ultrasound Inc (США). Ультразвуковое сканирование выполнялось линейным датчиком (частота от 5 до 10 МГц), расположенным перпендикулярно большой оси конечности на половине расстояния между передней верхней подвздошной остью и верхней границей надколенника. Пациент находился в положении лежа на спине в пассивном разгибании обеих ног после 10 минутного отдыха. УЗ-изображения получали без компрессии, используя избыточное количество контактного геля. Все исследования проводил один оператор с многолетним опытом работы в области ультразвуковой диагностики. На экране в В-режиме визуализировалась поверхность кожи, подкожно-жировая клетчатка, прямая мышца бедра, промежуточная широкая мышца бедра, граница между промежуточной широкой мышцей бедра и бедренной костью.

Статистическая обработка осуществлялась с использованием параметрических и непараметрических методов в зависимости от характера распределения вариа-

ционных рядов с помощью программ Microsoft Excel, SPSS (версия 27.0, IBM, USA), Statistica (версия 10.0, StatSoft, Inc., USA). Все группы переменных проверялись на соответствие закону нормального распределения при помощи критерия Шапиро-Уилка. При определении у переменных соответствия нормальности распределения данные были представлены как M ± SD, где M – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение; при несоответствии признака нормальному закону распределения – как Me (IQR), где Me – медиана, IQR – интерквартильный размах (25 процентиль – 75 процентиль). При сравнении количественных данных использовался *t*-критерий Стьюдента для несвязанных групп и U-критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney U test) при распределении, отличном от нормального. Для определения обоюдного влияния двух признаков в зависимости от вида представленных данных был выполнен корреляционный анализ с использованием методов Пирсона (при нормальном типе распределения) и Спирмена (при отличном от нормального типе распределения). Оценивались значимость, направление связи и сила корреляционных взаимодействий: при коэффициенте корреляции $r < 0,3$ – слабая, 0,3–0,69 – умеренная, 0,7 и более – сильная связь. Полученные данные интерпретировались как достоверные, а различия между показателями считались значимыми при величине безошибочного прогноза, равной или больше 95 % ($p < 0,05$). Для оценки диагностической значимости УЗ-параметров мягких тканей бедра (толщины ПЖК, толщины правой прямой мышцы бедра, а также суммарной толщины прямой и промежуточной широкой мышц бедра) для выявления сниженной скелетной мышечной массы (по параметру индекс АСММ/МТ, ДРА) у пациентов с ожирением и АГ был выполнен ROC-анализ с расчетом площади под кривой (AUROC) и 95 % доверительного интервала.

Результаты и обсуждение

Клинико-демографические, антропометрические, анамнестические характеристики 160 пациентов, включенных в исследование, представлены в таблице 2.

У 87 (54,4 %) пациентов была диагностирована АГ 1 степени, у 73 (45,6 %) – АГ 2 степени. Статистически значимых различий по полу ($\chi^2 = 0,340$; $p = 0,560$) и возрасту ($t = -1,492$; $p = 0,138$) между лицами с АГ 1 и 2 степени выявлено не было. В среднем, длительность АГ составила 8 (3,3–15) лет.

138 (86,3 % от общего числа обследуемых) пациентов получали антигипертензивную терапию на момент включения в исследование, из них 35 (21,9 %) в составе монотерапии: 9 (5,63 %) – бета-адреноблокаторами, 12 (7,55 %) – блокаторами рецепторов ангиотензина, 14 (8,75 %) – ингибиторами ангиотензинпревращающего фермента. 103 (64,4 %) пациента принимали антигипертензивные препараты в составе комбинированной терапии. 22 человека (13,8 % от общего числа обследуемых) антигипертензивную терапию на постоянной основе не принимали. Пероральные сахароснижающие препараты на момент включения в исследование получали 18 (11,3 % от общего числа обследуемых) пациентов, гиполипидемическую терапию – 33 (20,6 % от общего числа обследуемых).

Такой фактор риска, как курение, встречался у 48 пациентов (30,0 % от общего числа обследуемых), из них у 11 женщин (15,6 % от общего числа женщин, включенных в исследование) и 38 мужчин (39,6 % от общего числа мужчин, включенных в исследование). Нарушение толерантности к глюкозе выявлено у 72 (45,0 % от общего числа обследуемых) человек, сахарный диабет 2 типа – у 18 (45 % от общего числа обследуемых).

Установлено, что среднее значение ИМТ у исследуемых лиц составило 32,4 ± 3,68 кг/м^2 (34,0 ± 3,90 кг/м^2

Таблица 2. **Клинико-демографическая, антропометрическая и анамнестическая характеристика пациентов, включенных в исследование**

Признак, ед. изм.	Значение
Возраст, годы	47,8 ± 7,99
Пол, Ж/М, *n* (%)	64 (40)/96 (60)
Длительность анамнеза артериальной гипертензии, лет	8,0 (3,3–15,0)
Курение, *n* (%)	48 (30,0)
Нарушение толерантности к глюкозе, *n* (%)	72 (45,0)
Сахарный диабет, *n* (%)	18 (11,3)
Рост, м Рост у женщин, м Рост у мужчин, м	1,73 (1,65–1,80) 1,64 (1,60–1,67) 1,79 (1,75–1,82)
Вес, кг Вес у женщин, кг Вес у мужчин, кг	97,0 (89,0–108,0) 92,0 (85,5–98,5) 105,0 (92,0–112,0)
Индекс массы тела, кг/м^2 Индекс массы тела у женщин, кг/м^2 Индекс массы тела у мужчин, кг/м^2	32,4 ± 3,68 34,0 ± 3,90 32,3 ± 3,39
Окружность талии, см Окружность талии у женщин, см Окружность талии у мужчин, см	112,0 (105,5–117,8) 111,0 (105,1–116) 113,0 (106-118,5)
ОТ > 80 см у женщин, *n* (%)	64 (100)
ОТ > 94 см у мужчин, *n* (%)	96 (100)
Окружность бедер, см Окружность бедер у женщин, см Окружность бедер у мужчин, см	113,0 (107,0–118,5) 118,2 (113–122,5) 110,6 (105,6–114,4)
Отношение окружности талии к окружности бедер Отношение окружности талии к окружности бедер у женщин Отношение окружности талии к окружности бедер (мужчины)	0,99 (0,95–1,03) 0,95 (0,92–0,97) 1,02 (0,99–1,05)
Избыточная масса тела (ИМТ = 25,0–29,9 кг/м^2), *n* (%)	31,0 (18,8)
Ожирение I степени (ИМТ = 30,0–34,9 кг/м^2), *n* (%)	85,0 (53,1)
Ожирение II степени (ИМТ = 35,0–39,9 кг/м^2), *n* (%)	44,0 (27,5)
Ожирение III степени (ИМТ > 40,0 кг/м^2), *n* (%)	–
ЧСС, уд/мин	72,9 ± 8,23
Артериальная гипертензия	
I степень, *n* (%)	87 (54,4)
II степень, *n* (%)	73 (45,6)
Офисное САД, мм рт. ст.	138,0 (129,0–150,0)
Офисное ДАД, мм рт. ст.	87,5 (80,0–92,0)
Максимальные цифры САД, мм рт. ст.	170,0 0 (155,0–190,0)
Максимальные цифры САД, мм рт. ст.	100,0 (100,0–110,0)

Примечание: данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей – Me (Q25; Q75), среднего и стандартного отклонения, абсолютных и относительных частот – *n* (%). АГ – артериальная гипертензия; ДАД – диастолическое артериальное давление; САД – систолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений.

у женщин, 32,3 ± 3,39 кг/м^2 у мужчин). Ожирение выявлено у 129 пациентов (80,6 % от общего числа обследуемых): у 85,0 (53,1 %) – ожирение 1 степени, у 44,0 (27,5 %) – ожирение 2 степени. 30,0 (18,8 %) участников исследования имели избыточную массу тела, одна пациентка (0,63 %) – нормальные значения ИМТ (23 кг/м^2), но у всех этих пациентов ОТ превышала верхний предел нормы (80 см для женщин и 94 см для мужчин). Средние значения ОБ так же превышали целевые значения во всей выборке независимо от пола. Окружность талии у мужчин составляла в среднем 113 (106–118,5) см, а у женщин – 111 (105,1–116) см; ОБ у мужчин была равна 110,6 (105,6–114,4) см, а у женщин – 118,2 (113–122,5) см.

Результаты оценки СММ и жировой массы тела с помощью ДРА приведены в таблице 3.

Таблица 3. **Параметры состава тела у пациентов с ожирением по данным двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии**

Параметр, ед. изм.	Значение	*p*
Жировая масса, кг Жировая масса (женщины), кг Жировая масса (мужчины), кг	38,4 (31,2–43,9) 35,5 (28,3–40,4) 41,9 (37,4–47,1)	< 0,001
Индекс жировой массы, кг/м^2 Индекс жировой массы (женщины), кг/м^2 Индекс жировой массы (мужчины), кг/м^2	12,2 (10,3–15,3) 15,4 (14,2–17,4) 10,9 (9,10–12,3)	< 0,001
Процентное содержание жира, % Процентное содержание жира (женщины), % Процентное содержание жира (мужчины), %	39,1 (33,7–45,5) 34,8 (30,5–38,2) 45,9 (43,3–48,5)	< 0,001
Жировая масса верхних конечностей, кг Жировая масса верхних конечностей (женщины), кг Жировая масса верхних конечностей (мужчины), кг	3,64 (2,85–4,29) 4,31 (3,73–5,02) 3,22 (2,59–3,80)	< 0,001
Жировая масса нижних конечностей, кг Жировая масса нижних конечностей (женщины), кг Жировая масса нижних конечностей (мужчины), кг	10,66 (7,71–13,2) 13,3 (11,00–15,89) 8,91 (6,95–11,0)	< 0,001
Жировая масса туловища, кг Жировая масса туловища (женщины), кг Жировая масса туловища (мужчины), кг	22,3 (18,5–21,2) 23,3 (19,7–26,3) 21,5 (17,6–25,7)	0,111
Скелетно-мышечная масса, кг Скелетно-мышечная масса (женщины), кг Скелетно-мышечная масса (мужчины), кг	60,3 (49,9–67,8) 66 (61,4–71,7) 48,5 (44,4–51,5)	< 0,001
Индекс тощей массы, кг/м^2 Индекс тощей массы (женщины), кг/м^2 Индекс тощей массы (мужчины), кг/м^2	19,66 (18,0–21,2) 18,1 (16,9–18,9) 20,6 (19,4–22,1)	< 0,001
Отношение тощей массы к ИМТ Отношение тощей массы к ИМТ (женщины) Отношение тощей массы к ИМТ (мужчины)	1,85 (1,50–2,09) 1,41 (1,33–1,53) 2,05 (1,93–2,18)	< 0,001
Тощая масса верхних конечностей, кг Тощая масса верхних конечностей (женщины), кг Тощая масса верхних конечностей (мужчины), кг	7,96 (5,60–8,97) 5,24 (4,60–6,21) 8,76 (7,89–9,58)	< 0,001
Тощая масса нижних конечностей, кг Тощая масса нижних конечностей (женщины), кг Тощая масса нижних конечностей (мужчины), кг	20,8 (17,1–23,0) 16,6 (14,8–18,3) 22,4 (20,8–24,8)	< 0,001
Тощая масса тела, кг Тощая масса тела (женщины), кг Тощая масса тела (мужчины), кг	28,5 (23,7–31,5) 23,3 (21,3–25,0) 30,7 (28,7–32,9)	< 0,001
Аппендикулярная мышечная масса, кг Аппендикулярная мышечная масса (женщины), кг Аппендикулярная мышечная масса (мужчины), кг	28,8 (22,7–32,1) 31,1 (29,1–34,1) 22,4 (19,8–24,1)	< 0,001
Индекс аппендикулярной скелетной мускулатуры, кг/м^2 Индекс аппендикулярной скелетной мускулатуры (женщины), кг/м^2 Индекс аппендикулярной скелетной мускулатуры (мужчины), кг/м^2	9,26 (8,3–10,1) 9,60 (9,10–10,5) 8,20 (7,50–9,00)	< 0,001
Отношение аппендикулярной мышечной массы к массе тела, % Отношение аппендикулярной мышечной массы к массе тела (женщины), % Отношение аппендикулярной мышечной массы к массе тела (мужчины), %	28,1 (24,8–31,5) 24,4 (22,6–26,1) 30,5 (28,3–32,8)	< 0,001
Андрогинный тип распределения жировых отложений, % Андрогинный тип распределения жировых отложений (женщины), % Андрогинный тип распределения жировых отложений (мужчины), %	48,6 (43,9–52,5) 52,5 (50,5–55,2) 45,5 (41,4–49,1)	< 0,001
Гиноидный тип распределения жировых отложений, % Гиноидный тип распределения жировых отложений (женщины), % Гиноидный тип распределения жировых отложений (мужчины), %	38,7 (31,1–46,8) 48,2 (43,8–51,1) 32,0 (28,8–36,2)	< 0,001
Отношение андрогинный/ гиноидный тип распределения жировых отложений Отношение андрогинный/ гиноидный тип распределения жировых отложений (женщины) Отношение андрогинный/ гиноидный тип распределения жировых отложений (мужчины)	1,28 (1,13–1,47) 1,10 (1,04–1,19) 1,41 (1,29–1,52)	< 0,001

Примечание: Данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей – Me (Q25; Q75), среднего и стандартного отклонения, абсолютных и относительных частот – *n* (%). ИМТ – индекс массы тела.

По результатам двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии у 160 пациентов наблюдался избыток абсолютной (кг) и относительной (%) жировой массы (жировая масса превышала 25 % массы тела у мужчин и 31 % массы тела у женщин), а также увеличение индекса жировой массы (> 8,2 у женщин и > 6,7 у мужчин).

Индекс отношения АСММ/МТ был ниже пограничного значения у 50 пациентов (31,3 % от общего числа пациентов, включенных в исследование): 24 пациентов мужского пола (25,0 % от общего числа пациентов мужского пола, включенных в исследование) и 26 пациентов женского пола (40,6 % от общего числа женщин, включенных в исследование). Значения индекса аппендикулярной скелетной (мускулатуры) АСМИ находились в пределах референтных диапазонов у всех пациентов, включенных в исследование.

Значение SARC-F ≥ 4 отмечалось у 11 (6,9 %) пациентов. В соответствии с критериями, разработанными Европейской рабочей группой по изучению саркопении у пожилых пациентов (EWGSOP 2) саркопения была выявлена у 38 (9,4 %) пациентов (20 женщин и 18 мужчин, $p < 0,001$). Случаев тяжелой саркопении не зарегистрировано.

Медиана силы сжатия кисти на ведущей руке у женщин составила 27,5 кг (21,0–32,0), у мужчин – 51,0 кг (46,3–58,0), $p < 0,001$. Уменьшение силы сжатия кисти на ведущей руке было зарегистрировано у 21 пациента (средний возраст 53,9 ± 5,71 года), из них 19 женщин (29,7 % от общего числа пациентов женского пола, включенных в исследование) и 2 мужчин (2,10 % от общего числа пациентов мужского пола, включенных в исследование), $p < 0,001$. На основании результатов кистевой динамометрии рассчитывали индекс относительной силы сжатия кисти (relative grip strength, rGS) как отношение силы сжатия кисти (кг) к ИМТ (кг/м^2). Медиана rGS у женщин составила 0,67 (0,58–0,82), у мужчин – 1,50 (1,30–1,68), $p < 0,001$.

Время выполнения теста с 5-кратным подъемом со стула >11,19 сек было зарегистрировано у 52 (32,5 %) пациентов. Медиана времени, затраченного для 5-кратного вставания со стула, была больше у женщин – 11,3 (9,43–12,5) сек, чем у мужчин – 8,54 (7,64–10,1) сек, $p < 0,001$. Медиана времени, затраченного для прохождения дистанции в 4 метра, было также больше у женщин – 33,75 (3,42–4,32) сек, в сравнении с мужчинами – 3,46 (3,11–3,74) сек, $p < 0,001$. Количество баллов менее 12 по SPPB было зарегистрировано у 36 (56,3 %) женщин и у 14 (14,6 %) мужчин (таблица 4).

УЗ-параметры мягких тканей правого бедра приведены в таблице 5.

Результаты корреляционного анализа между УЗ-параметрами мягких тканей правого бедра и показателями состава тела по данным ДРА, а также мышечной силой и баллами по опроснику SARC-F приведены в таблице 6. Выявлена обратная корреляционная связь толщины ПЖК с мышечной массой и силой. Толщина прямой мышцы бедра, напротив, была напрямую связана с перечисленными выше показателями. Чем больше была толщина ПЖК, тем более выраженной была мышечная дисфункция (пациенту требовалось больше времени на выполнение тестов с 5-кратным подъемом со стула и ходьбой на 4 метра) и наоборот, чем больше была толщина прямой и промежуточной широкой мышц бедра справа, тем меньше времени требовалось пациенту на выполнение указанных тестов.

AUROCs для УЗ-параметров мягких тканей бедра, в частности толщины ПЖК и толщины правой прямой мышцы бедра для выявления сниженной скелетной мышечной массы (по параметру индекс АСММ/МТ, ДРА) у пациентов с ожирением и АГ составили 0,752 (0,639–0,864)/0,604 (0,487–0,720) у мужчин и 0,628 (0,490–0,766)/0,669 (0,525–0,812) у женщин соответственно. AUROC для суммарной толщины прямой и промежуточной широкой мышц бедра по данным УЗИ в определении саркопении составила 0,633 (95 % ДИ: 0,532–0,733).

Заключение: ультразвуковое исследование мягких тканей бедра у пациентов с АГ и ожирением (определение толщины ПЖК и мышц) является перспективным методом скрининга саркопении и может быть использовано в качестве альтернативы ДРА для выявления прогрессирующей потери мышечной силы и массы. Это позволит у пациентов трудоспособного возраста с АГ и ожирением своевременно начать лечебно-профилактические мероприятия, замедлить прогрессирование саркопении,

Таблица 4. **Показатели мышечной силы и функции у пациентов, включенных в исследование**

Показатель	Значение	*p*
Сила сжатия кисти ведущей руки, кг Сила сжатия кисти ведущей руки (женщины), кг Сила сжатия кисти ведущей руки (мужчины), кг	44,5 (30,5–52,0) 27,5 (21,0–32,0) 51,0 (46,5–58,0)	< 0,001
Сила сжатия кисти не ведущей руки, кг Сила сжатия кисти не ведущей руки (женщины), кг Сила сжатия кисти не ведущей руки (мужчины), кг	39,5 (26,0–49,0) 24,0 (20,0–28,0) 47,0 (42,0–53,0)	< 0,001
Пятикратное вставание со стула, сек Пятикратное вставание со стула (женщины), сек Пятикратное вставание со стула (мужчины), сек	9,42 (8,0-11,4) 11,3 (9,43-12,5) 8,54 (7,64-10,1)	< 0,001
Скорость ходьбы на 4 м, сек Скорость ходьбы на 4 м (женщины), сек Скорость ходьбы на 4 м (мужчины), сек	3,58 (3,17–3,96) 3,75 (3,42–4,32) 3,46 (3,11–3,74)	< 0,001
SARC-F ≥ 4, *n* (%)	11 (6,9 %)	< 0,001
Индекс относительной силы сжатия кисти, кг/м^2 Индекс относительной силы сжатия кисти (женщины), кг/м^2 Индекс относительной силы сжатия кисти (мужчины), кг/м^2	1,23 (0,76–1,55) 0,67 (0,58–0,82) 1,50 (1,30–1,68)	< 0,001

Примечание: данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей – Me (Q25; Q75); значение *p* приведено для критерия Манна–Уитни.

Таблица 5. **Результаты ультразвукового исследования подкожно-жировой клетчатки и четырехглавой мышцы бедра**

Показатель	Значение	*p*
Подкожно-жировая клетчатка справа, мм Подкожно-жировая клетчатка справа (мужчины), мм Подкожно-жировая клетчатка справа (женщины), мм	11,0 (8,0–17,0) 9,0 (7,0–11,0) 18,0 (14,1–21)	< 0,001
Толщина прямой мышцы бедра справа, мм (продольное сканирование) Толщина прямой мышцы бедра справа, (мужчины), мм Толщина прямой мышцы бедра справа (женщины), мм	16,0 (13,0–18,0) 17,0 (15,0–19,0) 14,8 (12,0–17,9)	< 0,001
Толщина прямой мышцы бедра справа, мм (поперечное сканирование) Толщина прямой мышцы бедра справа, (мужчины), мм Толщина прямой мышцы бедра справа (женщины), мм	16,5 (14,0–19,0) 17,5 (15,0–19,8) 15,0 (13,0–17,0)	< 0,001
Толщина промежуточной широкой мышцы бедра справа, мм (продольное сканирование) Толщина промежуточной широкой мышцы бедра справа (мужчины), мм Толщина промежуточной широкой мышцы бедра справа (женщины), мм	16,0 (14,0–19,0) 17,0 (15,5–20,0) 15,0 (12,0–18,0)	< 0,001
Толщина промежуточной широкой мышцы бедра справа, мм (поперечное сканирование) Толщина промежуточной широкой мышцы бедра справа (мужчины), мм Толщина промежуточной широкой мышцы бедра справа (женщины), мм	16,0 (14,0–19,0) 17,0 (15,0–20,0) 15,0 (13,0–17,0)	< 0,001
Подкожно-жировая клетчатка слева, мм Подкожно-жировая клетчатка слева (мужчины), мм Подкожно-жировая клетчатка слева (женщины), мм	11,0 (8,0–17,0) 8,0 (7,0–11,0) 18,0 (14,0–21,0)	< 0,001
Толщина прямой мышцы бедра слева, мм (продольное сканирование) Толщина прямой мышцы бедра слева, (мужчины), мм Толщина прямой мышцы бедра слева (женщины), мм	16,0 (13,0–18,0) 17,0 (15,0–19,0) 14,0 (11,0–18,0)	< 0,001
Толщина прямой мышцы бедра слева, мм (поперечное сканирование) Толщина прямой мышцы бедра слева, (мужчины), мм Толщина прямой мышцы бедра слева (женщины), мм	16,0 (14,0–19,0) 17,0 (15,0–19,0) 15,0 (12,0–17,0)	< 0,001
Толщина промежуточной широкой мышцы бедра слева, мм (продольное сканирование) Толщина промежуточной широкой мышцы бедра слева (мужчины), мм Толщина промежуточной широкой мышцы бедра слева (женщины), мм	16,5 (14,0–21,0) 17,3 (16,0–21,0) 15,0 (12,1–17,3)	< 0,001
Толщина промежуточной широкой мышцы бедра слева, мм (поперечное сканирование) Толщина промежуточной широкой мышцы бедра слева (мужчины), мм Толщина промежуточной широкой мышцы бедра слева (женщины), мм	16,5 (14,0–20,5) 18,0 (15,5–20,0) 14,3 (16,0–22,0)	< 0,001

Примечание: данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей – Me (Q25; Q75); значение *p* приведено для критерия Манна–Уитни.

Таблица 6. **Анализ корреляций между параметрами УЗИ подкожной жировой клетчатки и четырехглавой мышцы бедра и показателями состава тела по данным ДРА, а также мышечной силой и баллами по опроснику SARC-F**

Параметр	Коэффициент корреляции Спирмена, ρ	ПЖК правое бедро, толщина, мм	Прямая мышца бедра, толщина, мм (продольное сканирование)	Промежуточная широкая мышца бедра, толщина, мм (продольное сканирование)
SARC-F, баллы		0,386**	–0,194*	НЗ
	значение *p*	< 0,001	0,014	
Тест 5-кратного подъема со стула, сек	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	0,480**	–0,209**	НЗ
	значение *p*	< 0,001	0,008	
Время ходьбы на 4 метра, сек	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	0,318**	НЗ	
	значение *p*	< 0,001		
Сила сжатия кисти, кг	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	–0,624**	0,413**	0,414**
	значение *p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001
% жира в теле, %	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	0,856***	–0,320**	–0,309**
	значение *p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Жировая масса, кг	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	0,670**	НЗ	
	значение *p*	< 0,001		
АСМИ	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	–0,405**	0,530**	0,525**
	значение *p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001
СММ, кг	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	–0,562**	0,514**	0,509**
	значение p	< 0,001	< 0,001	< 0,001
АСММ	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	–0,577**	0,521**	0,538**
	значение *p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001
ASMM/MT	коэффициент корреляции Спирмена, ρ	–0,767***	0,384**	0,367**
	значение *p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Примечания: * – статистически значимое различие показателей между группами, $p < 0,05$, ** – статистически значимое различие показателей между группами, $p < 0,01$, *** – статистически значимое различие показателей между группами, $p < 0,001$; НЗ – связь между признаками не значима, АСМИ – индекс аппендикулярной скелетной мускулатуры, АСММ – аппендикулярная скелетно-мышечная масса, АСММ/МТ – отношение аппендикулярной скелетно-мышечной массы к массе тела, СММ – скелетно-мышечная масса.

сохранить и улучшить качество жизни. Данный метод может быть полезен при обследовании пациентов с целью выявления изменений скелетных мышц, которые могут ограничивать их возможности по выполнению физической нагрузки, при определении стратегии снижения веса и отслеживании изменений со стороны скелетных мышц в динамике.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Настоящее исследование выполнено при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках в рамках научного проекта М23РНФ-231 «Распространенность и факторы, ассоциированные с нарушениями костно-мышечного статуса, у пациентов молодого и среднего возраста с артериальной гипертензией и неалкогольной жировой болезнью печени в российской и белорусской популяциях» совместно с ФГБУ «НМИЦ ТиПМ» Минздрава России, № гос. регистрации 20221914 от 27.12.2022.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Литература/References

1. *Cruz-Jentoft*, A. J., Bahat G., Bauer J., Boirie Y., Bruyère O., Cederholm T., Cooper C., Landi F., Rolland Y., Sayer A. A., Schneider S. M., Sieber C. C., Topinkova E., Vandewoude M., Visser M., Zamboni M. Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. – 2019. – № 48(1). – P. 16–31. – doi: 10.1093/ageing/afy169.

2. *Sheptulina*, A. F., Yafarova A. A., Mamutova E. M., Drapkina O. M. Sonographic Features of Rectus Femoris Muscle in Patients with Metabolic Dysfunction-Associated Fatty Liver Disease and Their Correlation with Body Composition Parameters and Muscle Strength: Results of a Single-Center Cross-Sectional Study // Biomedicines. – 2024. – № 12. – P. 1684. – https://doi.org/ 10.3390/biomedicines12081684.

3. *Erokhina*, A. S., Golovanova E. D., Miloserdov M. A. Ultrasound assessment of muscle mass in the diagnosis of sarcopenia in cardiovascular patients // Cardiovascular Therapy and Prevention. – 2021. – № 20(3). – P. 2699. – doi:10.15829/1728-8800-2021-2699 [in Russian].

4. *Donini*, L. M., Busetto L., Bischoff S. C., Cederholm T., Ballesteros-Pomar M. D., Batsis J. A., Bauer J. M., Boirie Y., Cruz-Jentoft A. J., Dicker D., Frara S., Frühbeck G., Genton L., Gepner Y., Giustina A., Gonzalez M. C., Han H. S., Heymsfield S. B., Higashiguchi T., Laviano A., Lenzi A., Nyulasi I., Parrinello E., Poggiogalle E., Prado C. M., Salvador J., Rolland Y., Santini F., Serlie M. J., Shi H., Sieber C. C., Siervo M., Vettor R., Villareal D. T., Volkert D., Yu J., Zamboni M., Barazzoni R. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement // Obes Facts. – 2022. – № 15(3). – P. 321–335. – doi: 10.1159/000521241.

5. *Batsis*, J. A., Mackenzie T. A., Emeny R. T., Lopez-Jimenez F., Bartels S. J. Low Lean Mass With and Without Obesity, and Mortality: Results From the 1999–2004 National Health and Nutrition Examination Survey // J Gerontol A Biol Sci Med Sci. – 2017. – № 72(10). – P. 1445–1451. – https://doi.org/10.1093/gerona/glx002.

6. *Курмаев*, Д. П., Булгакова С. В., Тренева Е. В. Саркопеническое ожирение – актуальная проблема современной гериатрии // Российский журнал гериатрической медицины. – 2022. – № 4. – P. 228–235. – https://doi.org/10.37586/2686-8636-4-2022-228-235; Kurmaev D. P., Bulgakova S. V., Treneva E. V. Sarkopenicheskoe ozhirenie – aktual'naya problema sovremennoj geriatrii. [Sarcopenic obesity is a pressing issue in modern geriatrics] Rossijskij zhurnal geriatricheskoj mediciny. – 2022. – № 4. – P. 228–235. – https://doi.org/10.37586/2686-8636-4-2022-228-235 [In Russian].

Поступила 01.09.2026 г.