

Кардиометаболические факторы риска у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и саркопенией

Самойлова Ю. Г.¹, Матвеева М. В.¹, Хорошунова Е. А.^{1,2}, Подчиненова Д. В.¹,
Максимова Л. А.², Горбач Г. Г.², Тривоженко А. Б.^{2,3}, Авхименко В. А.²

¹ФГБОУ ВО "Сибирский государственный медицинский университет" Минздрава России, Томск; ²ФГБУ "Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства" России. Северск; ³Академия постдипломного образования ФГБУ "Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства". Москва, Россия

Цель. Анализ факторов риска саркопении в формировании атеросклеротических поражений органов-мишеней у пациентов с сахарным диабетом (СД) 2 типа.

Материал и методы. В исследование были включены 84 пациента с СД 2 типа, разделенные на группы согласно критериям европейской группы по изучению саркопении EWGSOP2 2019г (European Working Group on Sarcopenia in Older People). Всем пациентам проводили анкетирование с помощью краткой формы оценки здоровья SF-36 (Health Status Survey), качества жизни SarQoL (Sarcopenia and Quality of Life), Strength, SARC-F (Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls), динамометрию, тест ходьбы на 4 м, биоимпедансометрию, суточное мониторирование артериального давления и ультразвуковое исследование сердца. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Результаты. У пациентов с саркопенией наблюдается более низкое содержание жировой, мышечной и клеточной массы, индекса аппендикулярной массы, жидкости, белков и минералов. В группе с саркопенией выявлены более высокие показатели общего холестерина, холестерина липопротеинов низкой плотности, гликированного гемоглобина, а также гипокальциемия. Уровень триглицеридов у лиц с пресаркопенией был высоким. В этой же группе зафиксированы нестабильные показатели артериального давления, повышенная масса миокарда и выраженные признаки атеросклероза нижних конечностей.

Заключение. Саркопения является одной из важных медико-социальных проблем и сопровождается неблагоприятными исхо-

дами. Сочетание саркопении и СД 2 типа может способствовать быстрому развитию макро- и микроангиопатий и повышать риск сердечно-сосудистых осложнений.

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, саркопения, артериальная гипертензия, дислипидемия, атеросклероз артерий нижних конечностей.

Отношения и деятельность. Исследование финансировалось грантом РНФ "Ранняя диагностика саркопении на основе метаболического профиля", 22-25-00632 от 10.01.2022.

Поступила 28/06-2023

Рецензия получена 29/07-2023

Принята к публикации 18/09-2023



Для цитирования: Самойлова Ю. Г., Матвеева М. В., Хорошунова Е. А., Подчиненова Д. В., Максимова Л. А., Горбач Г. Г., Тривоженко А. Б., Авхименко В. А. Кардиометаболические факторы риска у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и саркопенией. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2024;23(1):3655. doi:10.15829/1728-8800-2024-3655. EDN GGXZHV

Cardiometabolic risk factors in patients with type 2 diabetes and sarcopenia

Samoilova Yu. G.¹, Matveeva M. V.¹, Khoroshunova E. A.^{1,2}, Podchinenova D. V.¹, Maksimova L. A.², Gorbach G. G.², Trivozhenko A. B.^{2,3}, Avkhimenko V. A.²

¹Siberian State Medical University, Tomsk; ²Federal Siberian Research Clinical Center. Seversk; ³Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies. Moscow, Russia

Aim. To analyze risk factors for sarcopenia in atherosclerosis involvement of target organs in patients with type 2 diabetes (T2D).

Material and methods. The study included 84 patients with T2D, divided into groups according to the 2019 criteria of the European

Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2). All patients were surveyed using a 36-item short-form health survey (SF-36), Sarcopenia and Quality of Life (SarQoL), Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls (SARC-F), grip

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: matveeva.maria@yandex.ru

[Самойлова Ю. Г. — д.м.н., профессор кафедры факультетской терапии с курсом клинической фармакологии, зав. кафедрой детских болезней с курсом эндокринологии, ORCID: 0000-0002-2667-4842, Матвеева М. В. — д.м.н., профессор кафедры педиатрии с курсом эндокринологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, ORCID: 0000-0001-9966-6686, Хорошунова Е. А. — аспирант кафедры, врач-эндокринолог, ORCID: 0000-0002-3596-6732, Подчиненова Д. В. — к.м.н., доцент кафедры детских болезней с курсом эндокринологии, ORCID: 0000-0001-6212-4568, Максимова Л. А. — к.м.н., врач-эндокринолог, ORCID: 0009-0005-7249-7735, Горбач Г. Г. — врач-эндокринолог, ORCID: 0009-0006-7014-9427, Тривоженко А. Б. — д.м.н., зав. отделением функциональной диагностики, профессор кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики, ORCID: 0000-0001-6449-9523, Авхименко В. А. — к.м.н., генеральный директор, ORCID: 0000-0002-2178-601X].

test, 4-meter walk test, bioelectrical impedance analysis, 24-hour blood pressure monitoring and cardiac ultrasound. Differences were considered significant at $p < 0,05$.

Results. Patients with sarcopenia have lower levels of fat, muscle, cell mass, appendicular mass index, fluid, protein, and minerals. In the group with sarcopenia, higher levels of total cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, glycated hemoglobin, and hypocalcemia were detected. Triglyceride levels were high in those with presarcopenia. In the same group, unstable blood pressure, increased myocardial mass and severe lower limb atherosclerosis were recorded.

Conclusion. Sarcopenia is one of the important medical and social problems and is accompanied by unfavorable outcomes. The combination of sarcopenia and T2D can contribute to the rapid development of macro- and microangiopathy and increase the cardiovascular risk.

Keywords: type 2 diabetes, sarcopenia, hypertension, dyslipidemia, peripheral artery disease.

Relationships and Activities. The study was funded by the Russian Science Foundation grant "Early diagnosis of sarcopenia based on metabolic profile", 22-25-00632 dated January 10, 2022.

Samoilova Yu. G. ORCID: 0000-0002-2667-4842, Matveeva M. V.* ORCID: 0000-0001-9966-6686, Khoroshunova E. A. ORCID: 0000-0002-3596-6732, Podchinenova D. V. ORCID: 0000-0001-6212-4568, Maksimova L. L. ORCID: 0009-0005-7249-7735, Gorbach G. G. ORCID: 0009-0006-7014-9427, Trivozhenko A. B. ORCID: 0000-0001-6449-9523, Avkhimenko V. A. ORCID: 0000-0002-2178-601X.

*Corresponding author:
matveeva.mariia@yandex.ru

Received: 28/06-2023

Revision Received: 29/07-2023

Accepted: 18/09-2023

For citation: Samoilova Yu. G., Matveeva M. V., Khoroshunova E. A., Podchinenova D. V., Maksimova L. L., Gorbach G. G., Trivozhenko A. B., Avkhimenko V. A. Cardiometabolic risk factors in patients with type 2 diabetes and sarcopenia. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(1):3655. doi:10.15829/1728-8800-2024-3655. EDN GGXZHV

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ДАД — диастолическое АД, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИЛ — интерлейкин, ИМТ — индекс массы тела, ЛВП — липопротеины высокой плотности, ЛНП — липопротеины низкой плотности, ОБ — окружность бедер, ОРВИ — острая(—ые) респираторная(—ые) вирусная(—ые) инфекция(—и), ОТ — окружность талии, САД — систолическое АД, СД — сахарный диабет, СМАД — суточное мониторирование АД, СРБ — С-реактивный белок, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ТГ — триглицериды, УЗИ — ультразвуковое исследование, ФР — факторы риска, ФНО- α — фактор некроза опухоли альфа, ХС — холестерин, EWGSOP — European Working Group on Sarcopenia in Older People (европейская группа по изучению саркопении у пожилых людей), SF-36 — Health Status Survey (краткая форма оценки здоровья), SarQoL — Sarcopenia and Quality of Life (оценка саркопении и качества жизни), SARC-F — Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls (сила, помощь при ходьбе, подъем со стула, подъем по лестнице и падения).

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Сахарный диабет (СД) 2 типа, ожирение, артериальная гипертензия ассоциированы с высоким риском развития сердечно-сосудистых катастроф.
- Саркопения при СД 2 типа может быть кардио-метаболическим предиктором.

Что добавляют результаты исследования?

- У пациентов с СД 2 типа и саркопенией регистрируются изменения композиционного состава тела и дислипидемия.
- Пресаркопения при СД 2 типа ассоциирована с вариабельностью артериального давления, повышенной массой миокарда и признаками атеросклероза сосудов нижних конечностей, а саркопения — с более высоким уровнем среднего диастолического артериального давления.

Key messages

What is already known about the subject?

- Type 2 diabetes (T2D), obesity, hypertension are associated with a high risk of cardiovascular events.
- Sarcopenia in T2D may be a cardiometabolic predictor.

What might this study add?

- In patients with T2D and sarcopenia, changes in body composition and dyslipidemia have been reported.
- Presarcopenia in T2D is associated with blood pressure variability, increased myocardial mass and signs of lower limb atherosclerosis, and sarcopenia is associated with a higher level of mean diastolic blood pressure.

Введение

Сахарный диабет (СД) 2 типа, ожирение, артериальная гипертензия (АГ) ассоциированы с высоким риском развития сердечно-сосудистых катастроф. По данным Федерального регистра сахарного диабета, общая численность пациентов с СД в Российской Федерации (РФ), состоящих на диспансерном учете от 01.01.2021г, составила 4799552 (3,23% населения РФ), из них СД 1 типа — 5,5% (265,4 тыс.), СД 2 типа — 92,5% (4,43 млн), другие типы СД — 2,0% (99,3 тыс.). Средний возраст выяв-

ления СД 2 типа 65-69 лет. Смертность по сравнению с прошлыми данными у пациентов с СД 2 типа увеличилась с 87,7 до 93,9 на 100 тыс. населения, основная причина смерти — сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) [1]. СД 2 типа является одним из основных факторов риска (ФР) развития цереброваскулярных заболеваний, ишемической болезни сердца (ИБС). Эти данные подтверждают ряд научных исследований во всем мире [2, 3]. Смертность от ССЗ при СД регистрируется в 38,6% у пациентов с СД 1 типа и в 38,6% при СД 2 типа [1, 4].

Ежегодно количество пациентов, страдающих ожирением, увеличивается. В 2022г масштабное исследование NATION (Национальное эпидемиологическое кроссекционное исследование), проведенное под руководством Национального медицинского исследовательского центра эндокринологии Минздрава России, показало, что в РФ ожирением страдают ~40 млн (30%) человек. Согласно докладу Всемирной организации здравоохранения (2022г) о проблеме распространения ожирения в Европе 2022г, более половины взрослого населения РФ (55,5%) имеют избыточную массу тела и ожирение [5]. Ожирение и избыточная масса тела являются одними из ведущих ФР развития ССЗ, СД 2 типа, саркопении [6].

Термин саркопеническое ожирение включает в себя снижение мышечной массы и силы и избыточное накопление жира, преимущественно за счет висцерального ожирения [7, 8]. У пожилых пациентов к снижению мышечной массы и увеличению жировой массы тела приводят ряд факторов: гиподинамия, несбалансированное питание, наличие сопутствующей коморбидной патологии — ИБС, АГ, хронической болезни почек, заболеваний опорно-двигательного аппарата и т.д. В метаанализе нескольких исследований установлено, что саркопеническое ожирение повышает риск развития СД 2 типа на 38% по сравнению с изолированным ожирением или саркопенией [9].

Миграция лимфоцитов и макрофагов в очаг хронического воспаления, сопровождается повышенной секрецией провоспалительных цитокинов, таких как С-реактивный белок (СРБ), фактор некроза опухолей альфа (ФНО- α), интерлейкин (ИЛ)-1, ИЛ-6. Кроме этого, жировая ткань продуцирует адипокины, которые обладают липотоксичностью в отношении скелетной мускулатуры и способствуют прогрессированию саркопении [10]. Следующие провоспалительные маркеры: СРБ, ФНО- α , эндотелин-1, ИЛ-1 β , в группе пациентов с СД 2 типа и ИБС могут свидетельствовать о нарушении функции эндотелия [11]. Например, ФНО- α способствует повышению образования свободных радикалов и может стать причиной интенсификации процессов апоптоза эндотелиоцитов и инактивации оксида азота. Параллельно, с регуляцией хронического воспаления ассоциируются такие маркеры, как ИЛ-1, ИЛ-8 и ФНО- α , которые стимулируют пролиферацию эндотелиоцитов. Кроме этого, в очаг воспаления мигрируют макрофаги, усиливающие синтез коллагена фибробластами, что приводит к изменению структуры сосудистой стенки и может играть патогенетическую роль в развитии атеросклероза [12].

В настоящее время проблема коморбидности саркопенического ожирения и ССЗ является высоко актуальной, т.к. есть ряд вопросов, касающих-

ся общности патогенеза дислипидемии, ожирения и потери мышечной массы [13]. Вопрос о том, являются ли эти процессы независимыми возраст-ассоциированными состояниями или коморбидной патологией, объединяемой общими звеньями патогенеза, до сих пор остается предметом дискуссий. Согласно данным литературного обзора, проведенного Мисниковой И. В. и др. (2017), атеросклеротические изменения и саркопеническое ожирение рассматриваются как единое звено патогенеза в развитии сердечно-сосудистых осложнений. Устранение хронического воспаления у пациента считается ключевым механизмом в лечении атеросклероза и саркопении [11], однако для подтверждения этой гипотезы требуется проведение ряда крупных исследований.

Анализ научных публикаций за последние пять лет выявил отсутствие крупномасштабных международных исследований по влиянию саркопенического ожирения на риск развития ССЗ.

Проблема ожирения и сердечно-сосудистых заболеваний активно изучается в Южной Корее. По итогам одного из исследований выявлено, что саркопеническое ожирение сочетается с кальцинозом коронарных артерий [14]. В другом исследовании пациенты с неалкогольной болезнью печени и саркопенией имели более высокий риск прогрессирования атеросклероза (скорректированное отношение шансов 2,20; $p < 0,009$), чем лица без саркопении [15].

В исследовании, проведенном He J, et al., у пациентов с более высокими показателями — индексом аппендикулярной массы, кистевой динамометрией, скоростью ходьбы, было показано снижение риска развития ИБС. В то же время, генетическая предрасположенность к ИБС не влияла ни на один из признаков, связанных с саркопенией [16].

Вместе с тем, есть исследования, противоречащие этим данным. Например, при анализе распространенности ССЗ среди пожилых пациентов с саркопеническим ожирением в Нью-Мексико разница составила 11,5 vs 13,7% в группе контроля [17]. В другом крупномасштабном региональном британском исследовании при обследовании 4111 мужчин от 60 до 79 лет связи между ССЗ и саркопеническим ожирением выявлено не было [17].

Следует отметить, что крупномасштабных исследований, оценивающих влияние саркопении на течение СД 2 типа и ассоциированных с ним ССЗ (АГ, ИБС, атеросклеротические поражения органов-мишеней), проведено не было. Поэтому настоящее исследование является особенно актуальным.

Цель исследования — анализ ФР саркопении в формировании атеросклеротических поражений органов-мишеней у пациентов с СД 2 типа.

Материал и методы

Исследование проведено в соответствии со стандартами клинической практики и Хельсинкской декларации на базе эндокринологического отделения ФГБУ Сибирского федерального научно-клинического центра ФМБА России. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (заключение № 8888 от 29.11.2021), все пациенты подписали информированное согласие. Исследование являлось одномоментным, сплошным. Критерии включения: пациенты, страдающие СД 2, в возрасте 45–85 лет, подписавшие "информированное согласие". Критерии невключения: заболевания сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы, опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта на стадии декомпенсации, тяжелая стадия почечной недостаточности на стадии хронической болезни почек С4–5, ампутация конечности в анамнезе, дефицит витамина В₁₂, злоупотребление алкоголем, имплантация кардиостимулятора, наличие крупных металлических протезов и конструкций, выраженный лимфостаз нижних конечностей.

Участвовали 84 добровольца, подписавшие информированное согласие. На основании алгоритма первичного скрининга на выявление снижения мышечной силы по данным кистевой динамометрии и биоимпедансометрии, EWGSOP2 2019г (European Working Group on Sarcopenia in Older People) пациенты были разделены на 3 группы: 1-я группа — пациенты с СД 2 типа и саркопенией (снижение мышечной массы и силы) (n=13), 2-я группа — пациенты с СД 2 типа и пресаркопенией (снижение мышечной силы) (n=46), 3-я — группа сравнения (без снижения мышечной силы и массы) с СД 2 типа (n=25). Группы были сопоставимы по полу и возрасту.

Протокол исследования включал измерение силы рук с помощью кистевой динамометрии: проводилось 3-кратное снятие максимальных показателей с использованием обеих рук в изометрическом сокращении, за стандарт принято положение сидя с разгибанием локтя на 90°. Диагностические критерии низкой мышечной силы при динамометрии (модель ДК-100, Россия), согласно EWGSOP2 2019г: у женщин <16 кг, а у мужчин <27 кг. Всем участникам проведена биоимпедансометрия с использованием аппарата Inbody 770 (Южная Корея) с оценкой: индекса массы тела (ИМТ), анализа внеклеточной и внутриклеточной жидкости, а также общей жидкости в организме, жировой массы тела, процента жировой массы, площади висцерального жира, мышечной массы, количества минералов и белка, клеточной массы. На основании полученных данных рассчитывали аппендикулярный индекс скелетной массы как отношение сухой мышечной массы конечностей к росту в м³. За низкую мышечную массу, согласно критериям EWGSOP2 2019г, принимали значения <7,0 кг/м² для мужчин и <5,5 кг/м² для женщин [18]. Дополнительно оценивали мышечную функцию с помощью теста ходьбы на 4 м. Показателем тяжелой саркопении считалось снижение скорости ≤0,8 м/с [18]. Всем пациентам измеряли антропометрические характеристики — рост, вес и ИМТ, окружность талии (ОТ) и окружность бедер (ОБ). Для анализа качества жизни использовали следующие опросники — SF-36 (Health Status Survey) и SarQoL (Sarcopenia and Quality of Life), а для степени тяжести саркопении применяли SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rise

from a chair, Climb stairs and Falls) [18]. Уровень физической активности интерпретировали с помощью анкетирования, где учитывалось время физической нагрузки в мин/сут.

Дополнительно проводили забор крови для оценки лабораторных показателей: глюкозы, общего белка, альбумина, липидного спектра, включая холестерин (ХС), триглицериды, ХС липопротеинов высокой плотности (ЛВП), ХС липопротеинов низкой плотности (ЛНП), а также гликированного гемоглобина, натрия, калия, ионизированного кальция).

Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) проводили по стандартной методике в течение 24–26 ч с помощью аппарата СМАД "Валента", монитор N: 5728, версия ПО: 1.4.0.69. Аппарат был запрограммирован на измерение уровня артериального давления (АД) в дневное время (7.00–23.00) с интервалом 15 мин, в ночное время (23.00–7.00) — 30 мин. Каждое исследование удовлетворяло следующим критериям качества: продолжительность мониторинга не <23 ч, не <56 успешных измерений АД, отсутствие "пробелов" в записи длительностью >1 ч.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) проводили с помощью аппарата VIVID E9. Во время проведения УЗИ сердца оценивали следующие показатели: ударный объем (мл), массу миокарда (г), процентный стеноз коронарных артерий, фракцию выброса (%). При проведении УЗИ артерий нижних конечностей определяли уровень стенозирования в процентном соотношении бедренной артерии, подколенной артерии, тыльной артерии стопы, задней большеберцовой артерии. При проведении УЗИ сонных артерий оценивали проходимость в процентном соотношении общей сонной артерии и внутренней сонной артерии.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Statistica IBM (русская версия 23.0). Критерием проверки на нормальность распределения был выбран W-критерий Шапиро-Уилка. Параметры, распределение которых отличалось от нормального, представлены в виде медианы и интерквартильного размаха Me [Q25; Q75]. Качественные бинарные признаки — в виде относительной частоты (%) и ее 95% доверительного интервала. Непараметрические критерии использовали при проверке гипотез для количественных параметров с распределением, отличным от нормального: для парного сравнения критерии Манна-Уитни (независимые выборки) и Вилкоксона (зависимые), Краскела-Уоллеса. Для проведения корреляционного анализа — непараметрический критерий Спирмена. Для достоверности отличий качественных признаков — таблицы сопряженности с расчетом χ^2 . Статистически значимыми различия считали при $p < 0,05$.

Исследование финансировалось грантом РНФ "Ранняя диагностика саркопении на основе метаболического профиля", 22-25-00632 от 10.01.2022.

Результаты

В ходе исследования у пациентов с СД 2 типа с саркопенией и пресаркопенией выявлен ряд различий по параметрам ИМТ, массы тела, индекса ОТ/ОБ, кистевой динамометрии, гликемии и уровню физической активности (таблица 1). У пациентов с саркопенией ИМТ в пределах нормы, при

Таблица 1

Характеристика групп

Показатель	1. Группа с саркопенией (n=13)	2. Группа с пресаркопенией (n=46)	3. Группа сравнения (n=25)	p
Масса тела, кг	64 [54,6-68,9]	83,2 [75,7-92,7]	92,3 [84,9-106,5]	0,001
ИМТ, кг/м ²	22,8 [20,4-23,7]	32,9 [29,6-36,1]	34,2 [30,5-37,9]	0,019
ОТ/ОБ	0,95 [0,87-0,97]	1,02 [0,96-1,1]	1,05 [1,0-1,1]	0,001
Сила правой руки, кг	23 [17-26]	11 [8-16]	20 [19-25]	0,001
Сила левой руки, кг	21 [14-23]	10 [8-14]	20 [17-25]	0,001
Скорость ходьбы, м/с	1,3 [1,1-2,2]	1,6 [1,2-2,1]	1,2 [1-1,5]	0,035
Гликемия, ммоль/л	6,8 [5,7-8,0]	7,3 [6,5-8,6]	7,1 [6,1-7,6]	0,001
Физическая активность, мин/сут.	40 [30-60]	35 [25-45]	45 [30-90]	0,001

Примечание: ИТМ — индекс массы тела, ОБ — окружность бедер, ОТ — окружность талии.

Таблица 2

Частота основных жалоб у пациентов обследованных групп

Показатель, n (%)	1. Группа с саркопенией (n=13)	2. Группа с пресаркопенией (n=46)	3. Группа сравнения (n=25)	χ^2	p
Онемение нижних конечностей	9 (69)	35 (76)	13 (52)	29,1	0,001
Головокружение	3 (23)	18 (39)	6 (24)	6,9	0,07
Частые ОРВИ	1 (7,5)	0 (0,00)	0 (0,00)	6,76	0,08
Одышка при физической нагрузке	5 (38,5)	11 (24)	9 (36)	8,23	0,04
Сухость кожи	1 (7,7)	0 (0,00)	0 (0,00)	6,76	0,08
Тяжесть в ногах	8 (62)	21 (46)	8 (32)	14,5	0,002
Боль в суставах	3 (23%)	21 (46%)	7 (28%)	12,3	0,006

Примечание: ОРВИ — острая респираторная вирусная инфекция.

пресаркопении — избыток массы тела имели 21,7% (n=10), I ст. ожирения выявлена в 65,2% (n=30), II ст. — 13% (n=6), в группе сравнения — ожирение I ст. имело место у 72% (n=18), а ожирение II ст. — у 28% (n=7). Кроме этого, отмечалось более низкое значение индекса ОТ/ОБ в 1-й и 2-й группах по сравнению с группой 3.

Во 2-й группе показатели кистевой динамометрии и скорости ходьбы были ниже, а гликемии — выше, чем в 1-й и 3-й группах. Вероятно, эти результаты связаны с преобладанием избыточной массы тела и ожирения в группе с пресаркопенией на фоне снижения физической активности. Во 2-й группе уровень физической активности был ниже по сравнению с 1-й и 3-й группами.

У пациентов с саркопенией жалобы встречались чаще, чем среди представителей других групп: частые острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ) в анамнезе, одышка при физической нагрузке, сухость кожных покровов, тяжесть в ногах (таблица 2). Пациентов с пресаркопенией достоверно чаще беспокоили онемение нижних конечностей, головокружение, боль в суставах. Из сопутствующих заболеваний пациенты с саркопенией

и пресаркопенией чаще страдали патологией щитовидной железы — 39 и 35%, по сравнению с 3-й группой (16%) (p=0,02). Поражение печени у пациентов 1-й группы встречалось в 39% случаев, во 2-й группе — в 56%, в 3-й — у 60% (p=0,02). АГ выявлена у 92% пациентов с саркопенией, у 96% лиц с пресаркопенией и у 92% в группе без снижения мышечной массы (p=0,02).

Дополнительно в проведенном исследовании проанализирован лекарственный анамнез пациентов с СД 2 типа. Пациенты с саркопенией реже принимали гипотензивную терапию (69%) по сравнению с пациентами 2-й (85%) и 3-й (80%) групп, соответственно (p=0,003). Эти результаты связаны с тем, что АГ в группе с саркопенией встречалась реже. У пациентов 1-й группы отмечался низкий комплаенс в отношении регулярности приема антигипертензивных препаратов (данные получены при первичном анализе). Статины принимали 62% пациентов с саркопенией и СД 2 типа, в группах с пресаркопенией и сравнения статины принимали 72% участников (p=0,02). Дезагрегантную терапию принимали в 1-й группе 69% пациентов, во 2-й и 3-й группах — 85 и 80%, соответственно (p=0,002).

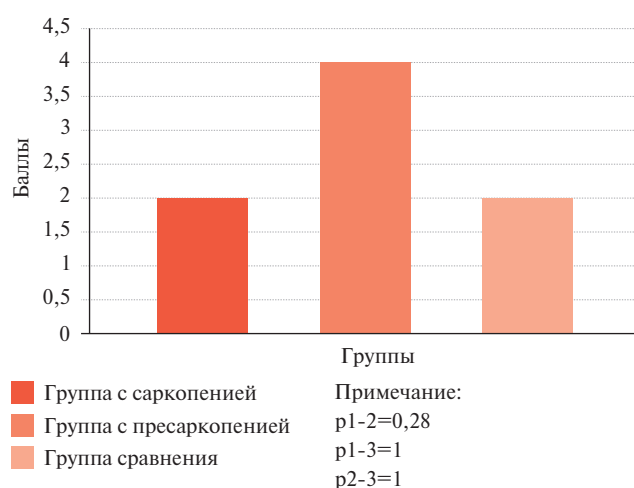


Рис. 1 Оценка результатов опросника SARC-F.

Примечание: SARC-F — Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls (сила, помощь при ходьбе, подъем со стула, подъем по лестнице и падения).

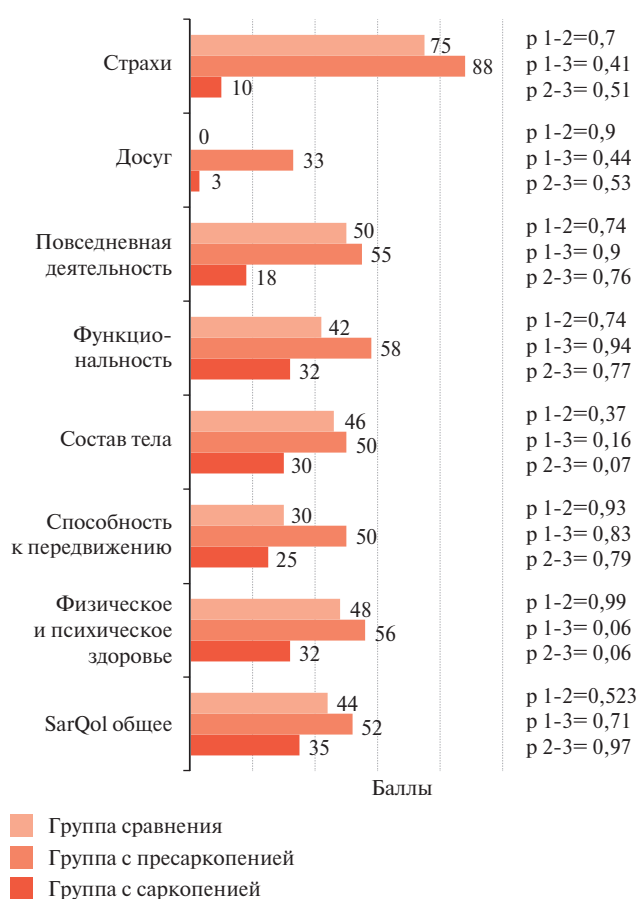


Рис. 2 Оценка результатов опросника SarQoL между группами.

Примечание: SarQoL — Sarcopenia and Quality of Life (оценка саркопении и качества жизни).

При оценке результатов опросника SARC-F (рисунок 1) признаки вероятной саркопении зарегистрированы в группе с пресаркопенией. В 1-й

и 3-й группах, по данным опросника, саркопения отсутствует, однако эти результаты не являются статистически значимыми, т.к. группа пациентов с саркопенией была малочисленной ($n=13$), что существенно ограничивает результаты работы.

Межгрупповые различия в показателях качества жизни по данным опросника SF-36 отсутствовали, однако следует отметить, что в 1-й и 2-й группах количество баллов при оценке физического компонента тестирования было ниже по сравнению с группой сравнения.

Анализ качества жизни по данным опросника SarQoL (рисунок 2) показал, что пациенты с саркопенией не отличались от лиц с пресаркопенией и группы сравнения ни по общему количеству баллов оценки качества жизни, ни по другим доменам тестирования.

После объективного осмотра, сбора жалоб, анамнеза и анкетирования была проведена оценка композиционного состава тела с помощью биоимпедансометрии. При сравнении результатов между группами (таблица 3) отмечено выраженное количественное и процентное более низкое содержание жировой массы у пациентов с саркопенией, а также мышечной массы, индекса аппендикулярной массы, объема внеклеточной и внутриклеточной жидкости, клеточной массы, белка и минералов, по сравнению со 2-й и 3-й группами.

Обращает на себя внимание тот факт, что в группе пациентов с саркопенией выявлены более высокие уровни ХС, ХС ЛНП, гликированного гемоглобина по сравнению с 2-й и 3-й группами (таблица 4). По уровню альбумина значимых различий между группами не обнаружено. При оценке показателей липидного спектра выявлены более низкие значения ХС ЛВП в группе сравнения, при этом уровень ТГ в группе со сниженной мышечной силой был выше по сравнению с пациентами с саркопенией и группой сравнения. По уровню натрия и калия статистических различий между группами не было, уровень кальция был ниже в 1-й группе.

Согласно результатам инструментальных обследований, статистически значимых различий по показателям УЗИ сонных артерий между 1-й и 2-й группами выявлено не было. При этом у пациентов с пресаркопенией зарегистрирована более высокая масса миокарда 203 [108-230] г по сравнению с пациентами с саркопенией, у которых она составила 159 [159-159,5] г. Суточный индекс диастолического АД (ДАД) во 2-й группе был выше 10,35 [1,33-49,24] по сравнению с 1-й 7,9 [3,5-12].

По результатам УЗИ и СМАД (таблица 5) у пациентов 1-й и 3-й групп выявлены признаки гемодинамически незначимого атеросклероза нижних конечностей и сонных артерий (сужение артерии менее чем на 70%); при этом у пациентов с саркопенией зафиксирован более высокий уровень

Таблица 3

Оценка композиционного состава тела

Показатель	1. Группа с саркопенией (n=13)	2. Группа с пресаркопенией (n=46)	3. Группа сравнения (n=25)	p
Жировая масса, кг	17 [13-22,2]	36,1 [29,9-43,7]	40,7 [30,1-50,3]	0,001
Жировая масса, %	29,2 [24,7-36,5]	43,6 [41,6-47,8]	43 [36,7-49,6]	0,001
Площадь висцерального жира, см ²	96,4; 41,0	194,4; 54,1	204,3; 55,7	0,02
Скелетная мышечная масса, кг	23,4 [20,7-28,1]	25,1 [22,9-29,2]	28,2 [25,1-32,3]	0,001
Индекс аппендикулярной скелетной мускулатуры, кг/м ²	5,4 [3,8-8,5]	7,13 [5,7-8,8]	7,5 [5,6-9,5]	0,001
Белки, кг	8,4 [7-10,0]	9,0 [8,3-10,4]	10,0 [9,0-11,4]	0,001
Минералы, кг	3,0 [2,9-3,4]	3,2 [2,9-3,6]	3,5 [3,2-4,0]	0,001
Общее количество воды в теле, л	31,6 [28,3-37,8]	35,1 [31,4-39,4]	38,5 [34,1-43,1]	0,001
Внутриклеточная жидкость, л	19,5 [17,4-23,1]	20,8 [19,1-23,9]	23,2 [20,8-26,3]	0,001
Внеклеточная жидкость, л	12,5 [10,9-14,7]	13,8 [12,4-15,7]	14,9 [13,5-16,8]	0,001
Клеточная масса, кг	27,9 [24,9-33]	29,8 [27,4-34,3]	33,2 [29,8-37,7]	0,373

Таблица 4

Оценка лабораторных показателей

Показатель	1. Группа с саркопенией (n=13)	2. Группа с пресаркопенией (n=46)	3. Группа сравнения (n=25)	p
Общий белок, г/л	69 [59-73]	68,5 [65-72]	69 [67-74]	0,002
Альбумин, г/л	41 [37-44]	40 [38-43]	40 [36-42]	0,001
ХС, ммоль/л	5,1 [3,8-6,7]	4,7 [3,8-5,8]	4,6 [3,8-5,3]	0,001
ТГ, ммоль/л	1,2 [0,6-2,0]	2,1 [1,4-3,2]	1,9 [1,4-2,7]	0,005
ХС ЛВП, ммоль/л	1,2 [0,9-1,5]	1,2 [1,0-1,4]	1,1 [0,9-1,3]	0,001
ХС ЛНП, ммоль/л	3,1 [1,8-4,5]	2,8 [2,0-3,7]	2,7 [2,1-3,0]	0,001
Гликированный гемоглобин, %	8,2 [7,3-9,4]	7,7 [7-10,1]	7,9 [6,7-9,9]	0,006
Натрий, ммоль/л	139 [138-141]	141 [139-143]	140 [139-142]	0,007
Калий, ммоль/л	3,9 [3,4-4,4]	4,0 [3,6-4,3]	3,9 [3,8-4,1]	0,004
Кальций, ммоль/л	1,15 [1,12-1,19]	1,19 [1,14-1,23]	1,20 [1,16-1,23]	0,007

Примечание: ЛВП — липопротеины высокой плотности, ЛНП — липопротеины низкой плотности, ТГ — триглицериды, ХС — холестерин.

Таблица 5

Результаты инструментальных исследований у пациентов с саркопенией и в группе сравнения

Показатель	Группа с саркопенией (n=13)	Группа сравнения (n=25)	r	p
УЗИ артерий н/к ЗББА справа, %	0,0 [0,0-100]	3,75 [0,0-0,0]	1,452	0,001
УЗИ артерий н/к ЗББА слева, %	0,0 [0,0-100]	5,0 [0,0-0,0]	1,406	0,001
УЗИ устья ВСА справа, %	10 [0,0-35,0]	20 [15-15]	0,604	0,020
Среднее суточное ДАД, мм рт.ст.	67,5 [60-73,5]	60,5 [60-71]	-1,217	0,036

Примечание: ВСА — внутренняя сонная артерия, ДАД — диастолическое артериальное давление, ЗББА — задняя большеберцовая артерия, н/к — нижние конечности, УЗИ — ультразвуковое исследование.

среднего ДАД. В то же время у пациентов с пресаркопенией зарегистрированы признаки гемодинамически значимого стеноза артерий нижних конечностей (таблица 6), по сравнению с 3-й группой; в этой же группе выявлены более лабильные показатели АД, чем в 3-й (таблица 6). Среднее суточное ДАД, индекс ночного времени ДАД, суточный индекс систолического АД (САД), вариабельность

ДАД и САД были выше во 2-й группе по сравнению с группой сравнения (группа 3).

Обсуждение

В настоящей работе рассмотрены взаимосвязи между СД 2 типа, саркопенией, АГ и метаболическими нарушениями (дислипидемией, гипергликемией, гипокальциемией) [19]. Полученные

Таблица 6

**Результаты инструментальных исследований
у пациентов с пресаркопенией и в группе сравнения**

Показатель	Группа с пресаркопенией (n=46)	Группа сравнения (n=25)	r	p
УЗИ артерий н/к ЗББА справа, %	100 [0-100]	3,75 [0,0-0,0]	1,762	0,001
УЗИ артерий н/к ЗББА слева, %	67,5 [15-100]	5,0 [0,0-0,0]	1,8	0,001
Среднее суточное ДАД, мм рт.ст.	77 [72,5-84,75]	60,5 [60-71]	-2,815	0,001
Индекс времени ДАД, ночь, % (гипер)	47,33 [10,75-50,42]	3 [1,33-10,33]	2,474	0,001
Суточный индекс САД, %	14,58 [2,52-22,27]	7,81 [5,42-14,46]	0,087	0,010
Вариабельность САД 24 ч	16,97 [15,83-26,73]	12,17 [11,8-13,1]	2,256	0,032
Вариабельность ДАД 24 ч	14,71 [10,39-21,25]	8,93 [8,57-9,38]	2,354	0,026

Примечание: ДАД — диастолическое артериальное давление, ЗББА — задняя большеберцовая артерия, н/к — нижние конечности, САД — систолическое артериальное давление, УЗИ — ультразвуковое исследование.

результаты свидетельствуют о том, что пациенты с саркопенией и пресаркопенией имеют более низкие значения ИМТ, жировой и мышечной массы, индекса аппендикулярной массы, чем больные СД 2 типа без признаков саркопении.

Для пациентов со сниженной мышечной силой характерны гиподинамия и более низкая скорость ходьбы на 4 м по сравнению с пациентами с саркопенией. Расхождения в результатах можно объяснить низкой распространенностью саркопении в популяции (~13%). При этом, по результатам других исследований, заболеваемость саркопенией у пациентов с СД 2 типа колеблется, в среднем, от 10 до 15% [20, 21]. Снижение скорости ходьбы у пациентов с СД 2 типа также часто ассоциируется с симптомами диабетической полинейропатии и суставным синдромом, что может привести в дальнейшем к снижению мышечной массы в нижних конечностях и развитию саркопении [22].

Декомпенсация углеводного обмена приводит к большему риску развития саркопении и сердечно-сосудистых катастроф, кроме этого, атрофия скелетных мышц связана с накоплением конечных продуктов гликирования и развитием инсулинорезистентности [23].

Наличие ожирения в сочетании с гипергликемией усугубляет риск развития хронического воспаления за счет синтеза провоспалительных цитокинов, таких как ИЛ-6, ФНО- α , СРБ, а также активности индуцибельной NO-синтазы (inducible nitric oxide synthase, iNOS), которые способны запускать протеолиз и апоптоз в миоцитах [24].

Результаты анализа данных, полученных с помощью опросников SarQoL и SARC-F подтверждают снижение качества жизни и выявляют первые признаки саркопении у пациентов со сниженной мышечной силой до начала снижения мышечной массы, но при этом количество баллов при саркопении были ниже, чем в группе с пресаркопенией. Учитывая тот факт, что SARC-F обладает умеренной специфичностью, данный тест следует исполь-

зовать вместе с инструментальными методиками для диагностики снижения мышечной массы и силы (кистевая динамометрия, биоимпедансметрия, измерение окружности голени) [25]. Различия между результатами, полученными с помощью опросников SarQoL и SF-36, отсутствовали.

Оценка композиционного состава тела пациентов с саркопенией и СД 2 типа позволила выявить меньшее содержание общей жидкости и, соответственно, меньшее содержание внеклеточной и внутриклеточной жидкости, что может ассоциироваться с низким количеством скелетной мышечной массы, поскольку скелетная мускулатура является одним из основных водных депо организма [26].

Саркопения часто сочетается с другими нарушениями состава тела: снижением минеральной плотности костной ткани (остеосаркопения), повышенной жировой массой (саркопеническое ожирение) или с тем и другим [27]. При анализе антропометрических данных в настоящем исследовании установлено, что, несмотря на меньшие значения ИМТ и ОТ в группе с пресаркопенией, эти пациенты находились в категории абдоминально-конституционального ожирения I ст. и имели более низкую минеральную плотность по сравнению с группой сравнения.

В группе пациентов с саркопенией ИМТ был в пределах нормы, уровень жировой и костной массы был ниже, чем у пациентов с пресаркопенией и в группе сравнения, возможно, такая клиническая картина связана с наличием сопутствующей старческой астении на фоне саркопении [28].

Выявленное у пациентов с саркопенией меньшее содержание тощей массы и активной клеточной массы характеризует худшее состояние белкового компонента питания по сравнению с группами без саркопении и пресаркопении; при этом, оценивая лабораторные показатели (общий белок, альбумин), достоверной разницы между группами не наблюдали.

Обследованные с саркопенией имели более высокий уровень ХС ЛНП, однако эти пациенты в меньшей степени принимали статины в сравне-

нии с лицами без саркопении или с пресаркопенией. В проведенном южнокорейском исследовании выявлено, что люди с более низким индексом массы скелетных мышц имели значительный риск развития дислипидемии за счет высокого уровня ХС ЛНП [29]. Результаты настоящего исследования согласуются с вышеупомянутыми: действительно, в группе с саркопенией было зарегистрировано повышение уровней общего ХС и ХС ЛНП. Инсулинорезистентность усиливает гликогенолиз, увеличивает экспрессию белка SREBP-1c (sterol regulatory element-binding protein 1c), что способствует снижению β -окисления жирных кислот, вследствие чего уровень ТГ в скелетных мышцах и печени становится выше [30]. В настоящем исследовании уровень ТГ в группе с пресаркопенией был выше, чем у пациентов с саркопенией и группой сравнения. Возможно, это связано с тем, что пациенты с пресаркопенией имели избыточную массу тела или ожирение. Полученные данные согласуются с результатами проведенного Habib SS, et al. (2020) анализа когорты из 288 взрослых мужчин, где было показано, что уровни общего ХС и ТГ у пациентов с саркопеническим ожирением значительно выше, а уровень ХС ЛВП ниже по сравнению с лицами, не страдающими саркопеническим ожирением. Данные результаты показывают, что саркопения усугубляет течение дислипидемии [31]. В группе с пресаркопенией выявлены значимые атеросклеротические поражения артерий нижних конечностей.

АГ и дислипидемия вызывают эндотелиальную дисфункцию сосудов и могут запускать образование атеросклеротических бляшек [32]. При оценке СМАД в работе была зарегистрирована значимая разница по всем стандартным показателям, при этом пациенты с пресаркопенией и СД 2 типа относились к "non-dipper", при наличии пресаркопении отмечали достоверно более высокие значения индекса в состоянии надпорогового АД и вариабельности САД и ДАД за 24 ч. В этой группе при проведении эхокардиографии обнаружены высокие значения массы миокарда по сравнению с пациен-

тами, страдающими саркопенией. Эти данные указывают на необходимость более тщательного контроля АД у пациентов с СД 2 типа, имеющих признаки саркопенического ожирения.

Несомненно, ограничением данного исследования является количество пациентов, отсутствие контрольной группы.

Заключение

Саркопения в настоящее время является одной из важных медико-социальных проблем и сопровождается неблагоприятными исходами. Среди клинической презентации у пациентов с группой сравнения и пресаркопении чаще отмечаются неспецифические жалобы, тогда как в группе с саркопенией симптомы обусловлены течением СД 2 типа и наличием микро- и макрососудистых осложнений. Лекарственный анамнез указывает на то, что пациенты с саркопенией реже использовали антигипертензивную и дезагрегантную терапию, а также статины, по сравнению с пациентами с пресаркопенией и группой сравнения. Поэтому требуется своевременная диагностика и назначение лекарственных препаратов у пациентов с саркопенией, а также для повышения комплаентности лечения следует проводить профилактическую работу с пациентами (беседы, буклеты, стенды, видеоролики), которые будут отражать значение и эффективность назначаемой терапии. Ассоциация саркопении и СД 2 типа ухудшает прогноз у пациентов, способствуя развитию сердечно-сосудистых осложнений. Коррекция гипергликемии, дислипидемии, профилактика гиподинамии, восполнение белкового дефицита могут предотвратить развитие саркопении и улучшить качество жизни пожилых пациентов с нарушением углеводного обмена.

Отношения и деятельность. Исследование финансировалось грантом РНФ "Ранняя диагностика саркопении на основе метаболического профиля", 22-25-00632 от 10.01.2022.

Литература/References

1. Dedov I, Shestakova MV, Vikulova OK, et al. Diabetes mellitus in the Russian Federation: dynamics of epidemiological indicators according to the Federal Register of Diabetes Mellitus for the period 2010-2022. *Diabetes mellitus*. 2023;26(2):104-23. (In Russ.) Дедов И. И., Шестакова М. В., Викулова О. К. и др. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей по данным Федерального регистра сахарного диабета за период 2010-2022 гг. *Сахарный диабет*. 2023;26(2):104-23. doi:10.14341/DM13035.
2. Sattar N, Rawshani A, Franzén S, et al. Age at Diagnosis of Type 2 Diabetes Mellitus and Associations with Cardiovascular and Mortality Risks. *Circulation*. 2019;139(19):2228-37. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.037885.
3. Kaze AD, Santhanam P, Musani SK, et al. Metabolic Dyslipidemia and Cardiovascular Outcomes in Type 2 Diabetes Mellitus: Findings From the Look AHEAD Study. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(7):e016947. doi:10.1161/JAHA.120.016947.
4. Koziolova NA, Polyanskaya EA, Mironova SV. Type two diabetes mellitus and microvascular complications in patients with coronary artery disease: prevalence, prognosis and choice of antithrombotic therapy. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2022;3(4):7-24. (In Russ.) Козиолова Н. А., Полянская Е. А., Миронова С. В. Сахарный диабет 2 типа и микро-сосудистые осложнения у больных стабильной ишемической болезнью сердца: распространенность, прогноз и выбор антитромботической терапии. *Южно-Российский журнал те-*

- рапевтической практики. 2022;3(4):7-24. doi:10.21886/2712-8156-2022-3-4-7-24.
5. Alferova VI, Mustafina SV. Prevalence of obesity in the adult population of the Russian Federation (literature review). Obesity and metabolism. 2022;(1):96-105. (In Russ.) Алферова В.И., Мустафина С.В. Распространенность ожирения во взрослой популяции Российской Федерации (обзор литературы). Ожирение и метаболизм. 2022;(1):96-105. doi:10.14341/omet12809.
6. Drapkina OM, Budnevsky AV, Ovsyannikov ES, et al. Sarcopenic obesity: patterns and paradoxes. Profilakticheskaya Meditsina. 2021;24(1):73-8. (In Russ.) Драпкина О.М., Будневский А.В., Овсянников Е.С. и др. Саркопеническое ожирение: закономерности и парадоксы. Профилактическая медицина. 2021;24(1):73-8. doi:10.17116/profmed20212401173.
7. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. Obes Facts. 2022;15(3):321-35. doi:10.1159/000521241.
8. Berns SA, Sheptulina AF, Mamutova EM, et al. Sarcopenic obesity: epidemiology, pathogenesis and diagnostic criteria. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2023;22(6):3576. (In Russ.) Бернс С.А., Шептулина А.Ф., Мамутова Э.М. и др. Саркопеническое ожирение: эпидемиология, патогенез и особенности диагностики. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023;22(6):3576. doi:10.15829/1728-8800-2024-3576.
9. Kurmaev DP, Bulgakova SV, Treneva EV. Sarcopenic obesity — a current problem of modern geriatrics. Russian Journal of Geriatric Medicine. 2022;(4):228-35. (In Russ.) Курмаев Д.П., Булгакова С.В., Тренева Е.В. Саркопеническое ожирение — актуальная проблема современной гериатрии. Российский журнал гериатрической медицины. 2022;(4):228-35. doi:10.37586/2686-8636-4-2022-228-235.
10. Khadra D, Itani L, Tannir H, et al. Association between sarcopenic obesity and higher risk of type 2 diabetes in adults: A systematic review and meta-analysis. World J Diabetes. 2019;10(5):311-23. doi:10.4239/wjdv10.i5.311.
11. Misnikova IV, Kovaleva YuA, Klimina NA. Sarcopenic obesity. RMJ. 2017;25(1):24-9. (In Russ.) Мисникова И.В., Ковалева Ю.А., Климина Н.А. Саркопеническое ожирение. РМЖ. 2017;25(1):24-9.
12. Petelina TI, Musikhina NA, Gapon LI, et al. Comparative characteristics of lipid spectrum parameters and markers of vascular inflammation in groups of patients with stable angina in the presence and absence of type 2 diabetes mellitus. Diabetes mellitus. 2017;20(3):194-200. (In Russ.) Петелина Т.И., Мусихина Н.А., Гапон Л.И. и др. Сравнительная характеристика параметров липидного спектра и маркеров сосудистого воспаления в группах пациентов со стабильной стенокардией при наличии и отсутствии сахарного диабета 2 типа. Сахарный диабет. 2017;20(3):194-200. doi:10.14341/7959.
13. Shavrin AP, Khovaeva YB, Chereshnev VA, et al. Inflammation markers in atherosclerosis development. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2009;8(3):13-5. (In Russ.) Шаврин А.П., Ховаева Я.Б., Черешнев В. и др. Маркеры воспаления в процессе развития атеросклероза. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2009;8(3):13-5.
14. Chung GE, Park HE, Lee H, et al. Sarcopenic Obesity Is Significantly Associated With Coronary Artery Calcification. Front Med (Lausanne). 2021;8:651961. doi:10.3389/fmed.2021.651961.
15. Cho Y, Park HS, Huh BW, et al. Non-Alcoholic Fatty Liver Disease with Sarcopenia and Carotid Plaque Progression Risk in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. Diabetes Metab J. 2023;47(2):232-41. doi:10.4093/dmj.2021.0355.
16. He J, Huang M, Li N, Zha L, et al. Genetic Association and Potential Mediators between Sarcopenia and Coronary Heart Disease: A Bidirectional Two-Sample, Two-Step Mendelian Randomization Study. Nutrients. 2023;15(13):3013. doi:10.3390/nu15133013.
17. Zuikova AA, Shevcova VI, Shevcov AN, et al. Sarcopenic obesity in comorbid patients. Journal of Clinical Practice. 2022;13(4):60-7. (In Russ.) Зуйкова А.А., Шевцова В.И., Шевцов А.Н. и др. Саркопеническое ожирение у коморбидных пациентов. Клиническая практика. 2022;13(4):60-7. doi:10.17816/clinpract112438.
18. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. 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):16-31. doi:10.1093/ageing/afy169.
19. Guryeva IV, Onuchina YuS, Dymochka MA, et al. Features of sarcopenia and body composition based on bioimpedance in patients with type 2 diabetes mellitus. Questions of dietetics. 2017;7(3):11-9. (In Russ.) Гурьева И.В., Онучина Ю.С., Дымочка М.А. и др. Особенности саркопении и состава тела на основании биоимпедансометрии у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Вопросы диетологии. 2017;7(3):11-9. doi:10.20953/2224-5448-2017-3-11-19.
20. Gorali FI, Sayyid OS, Al Obaidi SA. Prevalence of sarcopenia in sample of Iraqi patients with type 2 diabetes mellitus: A hospital based study. Diabetes Metab Syndr. 2020;14(4):413-6. doi:10.1016/j.dsx.2020.04.021.
21. Yang Q, Zhang Y, Zeng Q, et al. Correlation Between Diabetic Peripheral Neuropathy and Sarcopenia in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus and Diabetic Foot Disease: A Cross-Sectional Study. Diabetes Metab Syndr Obes. 2020;13:377-86. doi:10.2147/DMSO.S237362.
22. Chiu CY, Yang RS, Sheu ML, et al. Advanced glycation end-products induce skeletal muscle atrophy and dysfunction in diabetic mice via a RAGE-mediated, AMPK-down-regulated, Akt pathway. J Pathol. 2016;238:470-82. doi:10.1002/path.4674.
23. O'Neill ED, Wilding JPH, Kahn CR, et al. Absence of insulin signalling in skeletal muscle is associated with reduced muscle mass and function: evidence for decreased protein synthesis and not increased degradation. Age. 2010;32:209-22. doi:10.1007/s11357-009-9125-0.
24. Khoroshunova EA, Samoilova YuG, Matveeva MV, et al. Evaluation of diagnostic methods of sarcopenia in persons with impaired carbohydrate metabolism at the present stage. Preventive medicine. 2022;25(10):116-21. (In Russ.) Хорошунова Е.А., Самойлова Ю.Г., Матвеева М.В. и др. Оценка методов диагностики саркопении у лиц с нарушением углеводного обмена на современном этапе. Профилактическая медицина. 2022;25(10):116-21. doi:10.17116/profmed202225101116.
25. Xu Z, Zhang P, Chen Y, et al. Comparing SARC-CalF With SARC-F for Screening Sarcopenia in Adults With Type 2 Diabetes Mellitus. Front Nutr. 2022;9:803924. doi:10.3389/fnut.2022.803924.
26. Kurmaev DP, Bulgakova SV, Treneva EV, et al. Nutritional support in a comprehensive program of prevention and treatment of sarcopenia (literature review). Russian Journal of Geriatric Medicine. 2023;1(13):29-38. (In Russ.) Курмаев Д.П., Булгакова С.В., Тренева Е.В. и др. Нутритивная поддержка в комплексной программе профилактики и лечения саркопении (обзор литературы). Российский журнал гериатрической медицины. 2023;1(13):29-38. doi:10.37586/2686-8636-1-2023-29-38.
27. Naumov AV, Demenok DV, Onuchina YuS, et al. Instrumental diagnosis of osteosarcopenia in diagrams and tables. Russian Journal of Geriatric Medicine. 2021;3(7):350-6. (In Russ.) Наумов А.В., Деменок Д.В., Онучина Ю.С. и др. Ин-

- струментальная диагностика остеосаркопии в схемах и таблицах. Российский журнал гериатрической медицины. 2021;3(7):350-6. doi:10.37586/2686-8636-3-2021-350-356.
28. Topolyanskaya SV. Sarcopenia. Sarcopenia, obesity, osteoporosis and old age. Sechenov Medical Journal. 2020;11(4):23-35. (In Russ.) Тополянская С.В. Саркопения, ожирение, остеопороз и старость. Сеченовский вестник. 2020;11(4):23-35. doi:10.47093/2218-7332.2020.11.4.23-35.
29. Baek SJ, Nam GE, Han KD, et al. Sarcopenia and sarcopenic obesity and their association with dyslipidemia in Korean elderly men: the 2008-2010 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. J Endocrinol Invest. 2014;37:247-60 doi:10.1007/s40618-013-0011-3.
30. Nishikawa H, Asai A, Fukunishi S, et al. Metabolic Syndrome and Sarcopenia. Nutrients. 2021;13(10):3519. doi:10.3390/nu13103519.
31. Habib SS, Alkahtani S, Alhussain M, et al. Sarcopenia Coexisting with High Adiposity Exacerbates Insulin Resistance and Dyslipidemia in Saudi Adult Men. Diabetes Metab Syndr Obes. 2020;13:3089-97. doi:10.2147/DMSO.S260382.
32. Poppyhova EB, Stepanova TV, Lagutina DD, et al. The role of diabetes in the onset and development of endothelial dysfunction. Problems of Endocrinology. 2020;66(1):47-55. (In Russ.) Попыхова Э.Б., Степанова Т.В., Лагутина Д.Д. и др. Роль сахарного диабета в возникновении и развитии эндотелиальной дисфункции. Проблемы Эндокринологии. 2020;66(1):47-55. doi:10.14341/probl12212.