



DOI: 10.20514/2226-6704-2024-14-1-52-62

УДК 616.379-008.64-06:616.74-007.23-07-053.9

EDN: NUYYHW



Ю.Г. Самойлова, М.В. Матвеева\*, Е.А. Хорошунова,  
Д.В. Подчиненова, Я.Л. Якимова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, Томск, Россия

## ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ФАКТОРОВ РИСКА РАЗВИТИЯ САРКОПИИ У ПОЖИЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Y.G. SamoiloVA, M.V. Matveeva\*, E.A. Khoroshunova,  
D.V. Podchinenova, Ya.L. Yakimova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State  
Medical University» of the Ministry of Health of Russia, Tomsk, Russia

## Predictive Diagnostics of Risk Factors for the Development of Sarcopenia in Early Patients with Type 2 Diabetes

### Резюме

**Обоснование.** Своевременная диагностика саркопии у пациентов с нарушениями углеводного обмена позволит повысить качество и продолжительность жизни. **Цель:** проанализировать наличие основных факторов риска развития саркопии у пациентов с пресаркопией и СД 2 типа. **Материалы и методы.** Участвовало 82 пациента с СД 2 типа, которые были разделены на 2 группы: с пресаркопией и группу сравнения. Проведены: анкетирование с помощью опросников (краткая форма оценки здоровья (Health Status Survey (SF-36)), оценка саркопии и качества жизни (Sarcopenia and Quality of Life — SarQoL), сила, помощь при ходьбе, подъем со стула, подъем по лестнице и падения — Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls — SARC-F), определения физической активности (International questionnaire on physical activity — IPAQ), оценка скорости ходьбы, динамометрия, биоимпедансометрия, анализ лабораторных показателей. Статистическая обработка проводилась с помощью программного обеспечения Statistica IBM (русская версия). Достоверными различия считались при  $p < 0,05$ . **Результаты.** Чаще пациентов с пресаркопией беспокоят онемение нижних конечностей, головокружение, снижение памяти, лабильность артериального давления, одышка при физической нагрузке. В обеих группах регистрировалось ожирение I ст. В основной группе снижена скорость ходьбы — 1,63 м/сек, по сравнению с группой сравнения — 1,25. Показатели гликемии у лиц с пресаркопией выше -7,6 ммоль/л, чем в группе сравнения — 7,2. Уровень физической активности в основной группе ниже и составил 40 мин/ в сутки, а также снижен общий показатель качества жизни до 34,99. Пациенты с пресаркопией чаще принимают: бигуаниды — 46 %, инГЛТ-2 — 27 %, препараты сульфанилмочевины — 26 %, 46 % получают инсулинотерапию ( $p < 0,05$ ). В группе с пресаркопией снижена жировая масса, площадь и процентное содержание висцерального жира по сравнению с группой сравнения. Индекс аппендикулярной мускулатуры в 1-ой группе составил 7,0 кг/м<sup>2</sup>, во второй 7,5 кг/м<sup>2</sup>. В 1-ой группе снижено содержание протеинов, минералов и общего количества воды. В лабораторных показателях в группе с пресаркопией зарегистрированы дислипидемия, гипокальциемия, более высокие значения HbA1c, по сравнению с группой сравнения. **Заключение.** Для первичного скрининга саркопии у больных с СД 2 типа можно использовать динамометрию и биоимпедансометрию. Поддержание целевых параметров гликемии, коррекция дислипидемии, компенсация недостатка витамина Д и гипокальциемии способствует сохранению мышечной массы и силы.

**Ключевые слова:** пресаркопия, биоимпедансометрия, сахарный диабет 2 типа, кистевая динамометрия

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

\*Контакты: Мария Владимировна Матвеева, e-mail: matveeva.mariia@yandex.ru

\*Contacts: Maria V. Matveeva, e-mail: matveeva.mariia@yandex.ru

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9966-6686>

## Источники финансирования

Грант РНФ «Ранняя диагностика саркопении на основе метаболического профиля», 22-25-00632 от 10.01.2022

Статья получена 18.07.2023 г.

Принята к публикации 25.01.2024 г.

**Для цитирования:** Самойлова Ю.Г., Матвеева М.В., Хорошунова Е.А. и др. ПРЕДИКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА ФАКТОРОВ РИСКА РАЗВИТИЯ САРКОПЕНИИ У ПОЖИЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА. Архивъ внутренней медицины. 2024; 14(1): 52-62. DOI: 10.20514/2226-6704-2024-14-1-52-62. EDN: NUXXHW

## Abstract

**Objective. Materials and methods:** 82 patients with type 2 diabetes mellitus participated, which were divided into 2 groups: probable sarcopenia and comparison groups. Conducted: questionnaire surveys (Health Status Survey (SF-36)), Sarcopenia quality and life assessment (SarQoL)), strength, assistance with walking, getting up from a chair, climbing stairs and falling — Strength, Assisted walking, getting up from a chair, Climbing stairs and Falls (SARC-F)), assessment of walking speed and physical activity, carpal dynamometry, bioimpedancemetry, analysis of laboratory parameters. **Results:** the difference between the conducted questionnaires is statistically insignificant. According to bioimpedansometry, obesity of the 1st degree was recorded in the lesions. In the group with presarcopenia, the main decrease in body composition parameters decreases. In addition, in the main group, the rate of intake is reduced, and decompensation of carbohydrate and lipid metabolism occurs. Differences were considered significant at  $p < 0.05$ . **Conclusion.** Dynamometry and bioimpedance can be used for primary screening of sarcopenia in patients with type 2 diabetes. Maintaining the main indicators of glycemia, correction of dyslipidemia, compensation for obesity D and hypocalcemia of obesity in muscle mass and mass.

**Key words:** *presarcopenia, bioimpedancemetry, type 2 diabetes mellitus, hand dynamometry*

## Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests

## Sources of funding

Russian Science Foundation grant "Early diagnosis of sarcopenia based on metabolic profile", 22-25-00632 from 01/10/2022

Article received on 18.07.2023

Accepted for publication on 25.01.2024

**For citation:** Samoilova Y.G., Matveeva M.V., Khoroshunova E.A. et al. Predictive Diagnostics of Risk Factors for the Development of Sarcopenia in Early Patients with Type 2 Diabetes. The Russian Archives of Internal Medicine. 2024; 14(1): 52-62. DOI: 10.20514/2226-6704-2024-14-1-52-62. EDN: NUXXHW

СД — сахарный диабет, EWGSOP- European Working Group on Sarcopenia in Older People, SarQoL- Sarcopenia and Quality of Life, SARC-F — Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls, SF-36 — Health Status Survey

## Введение

Сахарный диабет (СД) 2 типа является одним из самых распространенных среди хронических неинфекционных заболеваний. За последние десять лет численность пациентов с СД в мире увеличилась более чем в 2 раза, и к концу 2021 года составила более 537 млн человек. Согласно прогнозам Международной диабетической федерации (англ. International Diabetes Federation) к 2030 году СД будет страдать 643 млн человек, а к 2045 году — 784 млн человек [1]. Большинство пациентов с СД 2 типа имеют ожирение и избыточную массу тела [2]. По результатам исследования NATION (2013-2015 гг.), наиболее высокая распространенность СД 2 типа зарегистрирована в возрасте от 65 — 69 лет [3]. Также СД 2 типа ассоциирован с высоким риском сердечно-сосудистых заболеваний и саркопении. У пожилых людей с возрастом происходит снижение мышечной массы и силы. Данное состояние называется саркопенией, которое достоверно чаще встречается у пациентов с СД 2 типа [4]. Инсулинорезистентность, дислипидемия, гипергликемия, оксидативный стресс способствуют более быстрому прогрессированию снижения мышечной массы, что приводит к снижению и ухудшению качества жизни у пожилых людей [4]. Диабетическая полинейропатия также может приводить к снижению мышечной силы и функции, за счёт

уменьшения количества функционирующих мотонейронов и нарушения координации сокращения мышц. Установлено, что пациенты с СД 2 типа и диабетической полинейропатией отличаются прогрессирующим снижением мышечной силы нижних конечностей, тогда как пациенты без диабетической нейропатии сохраняли свою мышечную силу [5]. Тем не менее, в настоящее время данные о том, что больше влияет на снижение мышечной силы: диабетическая полинейропатия или возраст-ассоциированное снижение двигательных мотонейронов, противоречивы.

Развитие и прогрессирование саркопении при СД 2 типа может спровоцировать недостаток витамина  $B_{12}$ . Дефицит витамина  $B_{12}$  вызывает нейрогенные расстройства, включая мышечную слабость, что увеличивает вероятность падения. Около 25% случаев снижения уровня витамина  $B_{12}$  в организме способствует прием метформина [6]. Однако метформин имеет надежную доказательную базу и относится к препаратам выбора у пациентов с СД 2 типа для уменьшения инсулинорезистентности [7].

Данные о распространенности саркопении противоречивы, так как отсутствуют единые критерии диагностики. По результатам проведенного исследования в Московской области при обследовании пациентов СД 2 типа среднего и пожилого возраста ( $n=42$ , средний

возраст 64[60;70] лет) с помощью рентгеновской денситометрии обнаружено, что 97,6 % пациентов соответствовали критериям саркопении [8]. В другом клиническом исследовании, проведенном на базе Федерального бюро медико-социальной экспертизы Минтруда России г. Москвы, среди 66 испытуемых старше 50 лет 17 % составили пациенты с саркопенией, для скрининговой диагностики которой использовалась кистевая динамометрия, стандарт набора коротких тестов оценки физической работоспособности (SPPB — Short Physical Performance Battery) и биоимпедансометрия [9]. По данным нескольких крупных исследований в более широкой популяции корейскими и японскими учеными установлено, что распространенность саркопении у пациентов с СД составляет 15,7 % [4]. Согласно последним рекомендациям европейской рабочей группы по изучению саркопении (European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP, 2019), оптимально использовать для первичного скрининга саркопении кистевую динамометрию, опросник SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls), тест с оценкой скорости ходьбы на 4 метра, расчёт аппендикулярной массы с помощью рентгеновской денситометрии или биоимпедансометрии [10].

В новом пересмотре клинических рекомендаций (EWGSOP2, 2019) низкая мышечная масса рассматривается как основной параметр саркопении. Вероятная саркопения (пресаркопения) определяется при снижении мышечной силы. Диагноз саркопении подтверждается при наличии недостаточности мышечной массы. Саркопения считается тяжелой при обнаружении низкой мышечной массы, силы и функции [10].

Существует ряд инструментальных методик, диагностирующих снижение мышечной массы, такие как магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ), ультразвуковое исследование, рентгеновская денситометрия (ДРА), биоимпедансометрия. Каждая из методик имеет свои плюсы и минусы. В клинической практике чаще используются рентгеновская денситометрия и биоимпедансометрия. Основные показатели, включаемые в сканирование рентгеновской денситометрии, состоят из оценки минеральной плотности кости, минерального соотношения и тощей мышечной массы [11]. Установлено, что результаты измерения аппендикулярной мышечной массы с помощью денситометрии, в отличие от общей мышечной массы, значимо коррелируют с данными как КТ, так и МРТ скелетных мышц [11]. Но у денситометрии имеются свои недостатки, в том числе, средние значения, используемые в качестве контрольных, могут отличаться от средних значений в общей популяции в зависимости от региона и этнической принадлежности. Кроме того, невозможно определить жировую инфильтрацию внутри и вокруг мышечных волокон, что резко снижает диагностическую ценность денситометрии в диагностике саркопении [11]. Использование биоимпедансометрии с целью верификации снижения мышечной массы изучалось более 10 лет. Продемонстрировано, что результаты биоимпедансометрии в стандартных условиях положительно коррелируют с прогнозами

МРТ. Таким образом, биоимпедансометрию можно использовать вместо денситометрии для скрининговой диагностики снижения мышечной массы [11]. Согласно имеющимся данным, биоимпедансометрия является одной из наиболее доступных методик в клинической медицине для оценки композиционного анализа тела у пациентов пожилого возраста СД 2 типа [12].

Сочетание снижения мышечной массы и силы у пациентов с СД снижают продолжительность жизни [13]. Саркопения у пациентов с СД ассоциирована с более высокой частотой госпитализаций и сердечно-сосудистыми катастрофами [14]. Инсулинорезистентность и окислительный стресс, с одной стороны, являются компонентами патофизиологической основы саркопении [15], а с другой ассоциированы с формированием эндотелиальной дисфункции [16], хронического воспаления [17] и липидной инфильтрации в мышцах при СД.

**Цель исследования:** проанализировать наличие основных факторов риска развития саркопении у пациентов с пресаркопенией и СД 2 типа

## Материалы и методы

Дизайн исследования: одноцентровое наблюдательное одномоментное сравнительное. Исследование проведено в соответствии со стандартами клинической практики и Хельсинской декларацией. Протокол исследования утвержден этическим комитетом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации Минздрава России № 8888 от 29.11.2021 г. Всего включено 82 пациента с СД 2 типа в возрасте от 50 до 85 лет (41 мужчина, 41 женщина, средний возраст составил 69 [67,5;72] лет), подписавшие информированное согласие и не имеющие критерии исключения из исследования. Диагноз СД установлен на основании критериев, представленных в «Алгоритме специализированной медицинской помощи больных сахарным диабетом» (2021 г.) [1]. Критериями исключения из исследования являлись: заболевания сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы, опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта в стадии декомпенсации, хроническая болезнь почек (ХБП) С4-5, ампутация конечности в анамнезе, дефицит витамина В12, злоупотребление алкоголем, имплантация кардиостимулятора, наличие крупных металлических протезов и конструкций, выраженный лимфостаз нижних конечностей.

Диагноз вероятной саркопении (пресаркопении) выставлялся согласно алгоритму, рекомендованному европейской группой по изучению саркопении у пожилых людей (European Working Group on Sarcopenia in Older People –EWGSOP2 2019 г.) при снижении мышечной силы у мужчин менее 27 кг, а у женщин менее 16 кг [10]. В отличие от алгоритма EWGSOP2 2019 г. для дифференциации групп в рамках первичного скрининга использовалась кистевая динамометрия, а не тестирование SARC-F [18].

Пациенты были разделены на две группы: основную (имеющую сниженную мышечную силу) — 55 пациентов (27 мужчин, 28 женщин, средний возраст 71 [67-71] лет) и группу сравнения (без снижения мышечной силы и массы) –27 пациентов (14 мужчин, 13 женщин, средний возраст 67 [68-73] лет). Протокол исследования включал в себя измерение силы рук с помощью кистевой динамометрии: проводилось 3-х кратное снятие максимальных показателей с использованием обеих рук в изометрическом сокращении (за стандарт принято положение сидя с разгибанием локтя на 90°). Для оценки качества жизни использовался опросник SF-36 (Health Status Survey, 2006 расшифровка, год) и SarQoL (Sarcopenia and Quality of Life, 2019 расшифровка, год), для степени тяжести саркопении — SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls, 2018 расшифровка, год). Уровень физической активности оценивали с помощью анкетирования (Опросник Двигательная Активность — ОДА 23, 2013) [19], где учитывалось время физической нагрузки в минутах за сутки и теста оценки скорости ходьбы на 4 метра (показателем тяжёлой саркопении считалось снижение скорости  $\leq 0,8$  м/с) [10]. Всем участникам проведена биоимпедансометрия при помощи аппарата Inbody 770 (Корея) с оценкой индекса массы тела, анализа внеклеточной и внутриклеточной жидкости, общей воды в организме, жировой массы тела, процента жировой массы, площади висцерального жира, мышечной массы. На основании полученных данных рассчитывали аппендикулярный индекс скелетной массы как отношение сухой мышечной массы к параметру роста в квадратных метрах. Критериями низкой мышечной массы по критериям EWGSOP (2019) являлись значения индекса скелетной массы  $<7,0$  кг/м<sup>2</sup> для мужчин и  $<5,5$  кг/м<sup>2</sup> для женщин [10]. Компенсация углеводного обмена оценивалась по уровню гликемии

в биохимическом анализе крови. Проводилась оценка лабораторных показателей крови (общий белок, альбумин, АСТ (аспартатаминотрансфераза), АЛТ (аланинаминотрансфераза), общий билирубин, мочевина, мочевая кислота, креатинин, ЩФ (щелочная фосфатаза), липидный спектр (холестерин, триглицериды, липопротеины высокой плотности (ЛПВП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП)).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics 23 (русская версия 23.0). Показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для чего использовался критерий Шапиро-Уилка. Данные представлены как медиана с межквартильным размахом Me [Q25; Q75] для параметров с распределением, отличающимся от нормального. Категориальные переменные представлены в виде абсолютных чисел и процентов. При сравнении групп по качественному признаку применялся критерий хи-квадрат ( $\chi^2$ ), для сравнения выборок по количественным признакам использовали однофакторный дисперсионный анализ. Для проведения корреляционного анализа использовался критерий Спирмена или Пирсона в зависимости от распределения признаков. Результаты, полученные при  $p < 0,05$ , считались статистически значимыми.

Результаты:

При оценке анамнеза пациентов в группе с вероятной саркопенией (n=55) значимо чаще зарегистрированы жалобы на онемение нижних конечностей 39 (70 %), головокружение 18 (33 %), снижение памяти 13 (24 %), лабильность артериального давления 18 (33 %), одышку при физической нагрузке 17 (31 %) по сравнению с группой сравнения ( $p=0,0001$ ).

Характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика основной и группы сравнения  
Table 1. Characteristics of the main and comparison groups

Параметры/ Parameters	Основная группа/ Main group (n=55)	Группа сравнения/ Control group (n=27)	p
Возраст, лет/ Age, years	71 [67-71]	67 [68-73]	0,771
Рост, см/ Hight, centimeters	161 [159- 163]	168[164,3- 171]	0,384
Масса тела, кг/ Weights, kilograms	81 [76-86]	93 [87-99]	0,198
Окружность талии, см/ Waist circumference, cm	104 [98-114]	110 [104-115]	0,490
Окружность бедер, см/ Hip circumference, cm	110 [105-120]	112 [107-120]	0,329
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> / Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	31,1 [29,4-32,9]	33,2 [31,2-35,1]	0,011
Отношение окружности талии и окружности бедер/ Waist circumference to hip circumference ratio	0,93[0,93- 0,94]	0,97[0,96-0,97]	0,231
Правая рука динамометрия, кг / Right arm dynamometry, kg	13 [11-15]	23 [19-27]	0,003
Левая рука динамометрия, кг / Left arm dynamometry, kg	12 [10-14]	22 [19-25]	0,002
Скорость ходьбы, м/с/ Walking speed, m/s	1,63 [1,47-1,79]	1,25 [1,13 — 1,37]	0,090
Гликемия, ммоль/л/ Glycemia, mmol/L	7,6 [7,0- 8,1]	7,2 [6,6-7,7]	0,573
Физическая активность, баллы/ Physical activity, points	40 [34- 45]	61 [45-77]	0,040

Примечание: Данные представлены как медиана с межквартильным размахом.  
Note: Data are presented as median with interquartile range.

При оценке групп, пациенты различались по ИМТ, так I степень ожирения имели 30 (65,2%), II степень — 6 (13%) пациентов из основной группы, в группе сравнения — ожирение I степени наблюдалось у 18 (72%) участников, а ожирение II степени присутствовало у 7 (28%) пациентов из данной группы. Кроме того, отмечены более низкие показатели мышечной функции в основной группе и количество баллов по данным теста на физическую активность.

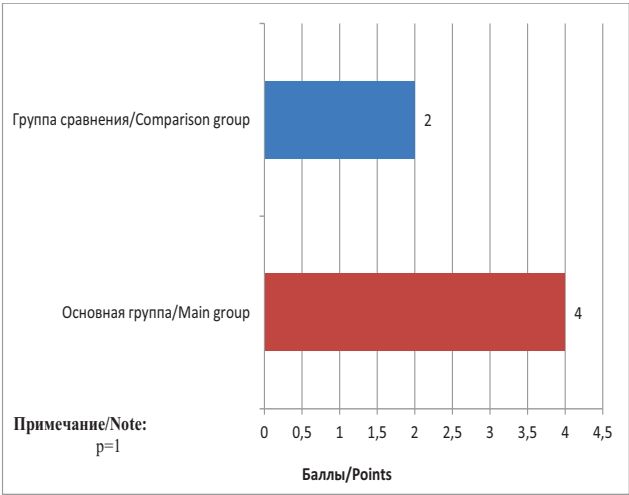


Рисунок 1. Результаты опросника SARC-F  
Figure 1. Results of the SARC-F questionnaire

Наблюдалось снижение скорости при ходьбе в основной группе пациентов по сравнению с группой сравнения. В основной группе выявлены статистически значимые признаки снижения физической активности в сутки согласно ОДА-23.

Результаты согласно опросникам SARC-F (рисунок 1) и SF-36 (рисунок 2) статистически не различались между группами (рисунок 1). Низкая чувствительность данных опросников вероятно связана с малой выборкой пациентов в исследовании, пожилым возрастом, наличием сопутствующих хронических заболеваний в обеих группах (таблица 2).

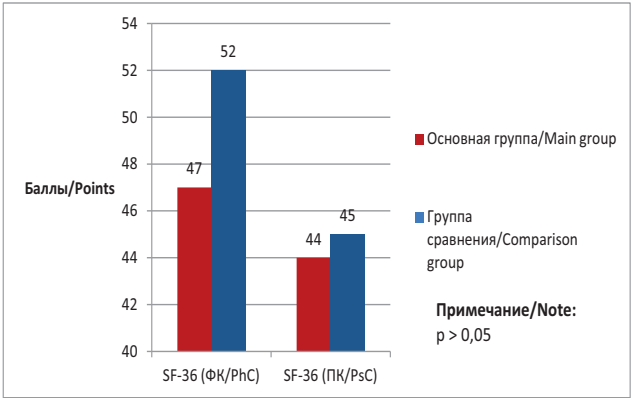


Рисунок 2. Результаты опросника SF-36  
Figure 2. Results of the SF-36 questionnaire

Таблица 2. Частота встречаемости сопутствующих заболеваний в основной группе и группе сравнения  
Table 2. Frequency of occurrence of concomitant diseases in the main group and comparison group

Заболевания/Diseases	Основная группа/ Main group (n=55)	Группа сравнения/ Control group (n=27)	p
ЖКБ/ Cholelithiasis	15 (33%)	2 (8,%)	0,858
Патология щитовидной железы/ Pathology of the thyroid gland	10 (22%)	2 (%)	0,046
Артериальная гипертензия/ Arterial hypertension	44 (96%)	23(92%)	0,668
ИБС/ Cardiac ischemia	24 (52%)	12 (48%)	0,592
Наличие инсультов/инфарктов в анамнезе / History of stroke/heart attack	8 (17%)	9 (36%)	0,099
Атрофический гастрит/ Atrophic gastritis	8 (17%)	2 (8%)	0,747
Неалкогольная жировая болезнь печени/ Non-alcoholic fatty liver disease	26 (57%)	15 (60%)	0,382
Онкологические заболевания в анамнезе/ History of cancer	6 (13%)	1 (4%)	0,007
Хроническая анемия/ Chronic anemia	4 (9%)	2 (8%)	0,01
Перенесенная коронавирусная инфекция в анамнезе/ History of coronavirus infection	19 (41%)	7 (28%)	0,296
Осложнения СД			
Диабетическая полинейропатия/ Diabetic polyneuropathy	40 (73%)	51,8 (56%)	0,039
Диабетическая нефропатия/Diabetic nephropathy	25 (45,4%)	14 (51,8)	0,142
Диабетическая ретинопатия/Diabetic retinopathy	29 (52,7%)	16 (59,2)	0,428
Макроангиопатия нижних конечностей/ Macroangiopathy of the lower limbs	17 (30%)	5 (18%)	0,227

Примечания: Данные представлены как медиана с межквартильным размахом; ЖКБ — желчнокаменная болезнь, ИБС- ишемическая болезнь сердца, ХБП — хроническая болезнь почек  
Note: Data are presented as median with interquartile range; GSD — cholelithiasis, IHD — coronary heart disease, CKD — chronic kidney disease



Таблица 3. Оценка параметров опросника SarQol  
Table 3. Assessment of parameters of the SarQol questionnaire

Параметры, баллы/ Parameters, points	Основная группа/ Main group (n=55)	Группа сравнения/ Control group (n=27)	r	p
SarQoL общее (/100)/ SarQoL general	34,99 [34,95-45,17]	43,87 [43,9-55,0]	-,184	0,970
Физическое и психическое здоровье (/100)/ Physical and mental health	31,77 [31,1-41]	47,77 [47,77-52,2]	,703	0,055
Способность к передвижению (/100)/ Ability to move	25 [25-31,25]	30 [30-38,89]	,445	0,790
Состав тела (/100)/ Body composition	30 [29,17-33,33]	45,83 [45,83-50]	-,008	0,069
Функциональность (/100)/ Functionality	32,14 [32,14-36,54]	42,31[42,31-71,15]	-,194	0,768
Повседневная деятельность (/100)/ Daily activities	18,34 [16,67-35]	50 [50-52,78]	-1,072	0,757
Досуг (/100)/ Leisure	3, 33[0 -16,62]	0 [0 -33,25]	0,739	0,529
Страхи (/100)/ Fears	0 [10-75]	75 [75-87,5]	-,454	0,511

Примечание: Данные представлены как медиана с межквартильным размахом  
Note: Data are presented as median with interquartile range

Таблица 4. Сахароснижающая терапия, применяемая у пациентов с пресаркопенией и в группе сравнения  
Table 4. Antihyperglycemic therapy used in patients with presarcopenia and in the comparison group

Параметры, препараты/ Parameters, drugs	Основная группа/ Main group (n=55)	Группа сравнения/ Control group (n=27)	p
Инсулинотерапия, базис-болюсная терапи/ Insulin therapy	18 (32 %)	6 (22 %)	0,242
Инсулинотерапия, базальная терапия	40 (72,7 %)	13 (48,1)	0,004
Метформин/ Metformin	25 (45,5 %)	20 (74 %)	0,002
и ДПП-4/ DPP-4 inhibitors	44 (80 %)	6 (22,2 %)	0,001
а ГПП-1/ GLP-1 — агонист	0	1 (4 %)	0,164
и НГЛТ-2/ iNGLT-2 type	8 (14,5 %)	23 (85,1 %)	0,001
Сульфонилмочевины/ Sulfonylureas	36 (65,4 %)	12 (33 %)	0,008

Примечание: и ДПП-4- Ингибиторы дипептидилпептидазы 4 (Глиптины), а ГПП-1 — агонисты рецепторов глюкагоноподобного пептида-1, и НГЛТ-2 — ингибитор натрий-глюкозного котранспортера 2-го типа (Глифлозины)  
Note: i DPP-4 — dipeptidyl peptidase 4 inhibitors (Gliptins), а GLP-1 — glucagon-like peptide-1 receptor agonists, i SGLT-2 — inhibitor of sodium-glucose cotransporter type 2 (Gliflozins)

Таблица 5. Показатели биоимпедансометрии в основной группе и в группе сравнения  
Table 5. Bioimpedancemetry parameters in the main group and in the comparison group

Параметры / Parameters	Основная группа/ Main group (n=55)	Группа сравнения/ Control group (n=27)	p
Жировая масса, кг/ Fat mass, kg	33,5 [30-37]	39,3 [34,5-44]	0,036
Жировая масса, %/ Fat mass, %	40 [38-43]	42 [38-45]	0,679
Площадь висцерального жира, см <sup>2</sup> / Visceral fat area, cm <sup>2</sup>	176 [158-194]	200 [177-223]	0,177
Скелетная мышечная масса, кг/ Skeletal muscle mass, kg	25,6 [24,4-27]	29,4 [27,3-31,5]	0,045
Индекс аппендикулярной скелетной мускулатуры, кг/м <sup>2</sup> / Index of appendicular skeletal muscle, kg/m <sup>2</sup>	7,0 [6,7-7.3]	7,5 [7,1-7.9]	0,011
Белки, кг/ Protein, kg	9,2 [8,8-9,6]	10,4 [9,7-11]	0,869
Минералы, кг/ Minerals, kg	3,2 [3,1-3,4]	3,7 [3,5-3,9]	0,998
Общее количество воды в теле, л/ Total amount of water in the body, l	35 [33-37]	40 [37-42]	0,862
Внутриклеточная жидкость, л/ Intracellular fluid, l	21[20-22]	24[23-26]	0,951
Внеклеточная жидкость, л/ Extracellular fluid, l	14[13-14]	16[14,5-17]	0,672
Клеточная масса, кг/ Cell mass, kg	30[29-32]	34,5[32-37]	0,941

Примечание: Данные представлены как медиана с межквартильным размахом  
Note: Data are presented as median with interquartile range

При оценке коморбидной патологии у пациентов с саркопенией значимо чаще встречалась патология щитовидной железы, онкологические заболевания в анамнезе, хроническая анемия и осложнение СД — полинейропатия ( $p \leq 0,05$ ) (данные представлены в таблице 2).

При анализе параметров опросника SarQoL (таблица 3) данные не имели статистической значимости.

По результатам медицинской документации участники исследования принимали следующие группы

препаратов (таблица 4). Пациенты с пресаркопенией чаще получали инсулины в отличие от группы сравнения, а также таблетированную терапию инкретинами (ингибиторы дипептидилпептидазы).. Препараты сульфонилмочевины применялись с одинаковой частотой в обеих группах. Ингибиторы натрий-глюкозного котранспортера 2-го типа (НГЛТ-2 типа), бигуаниды использовались чаще у пациентов с СД 2 типа из группы сравнения.

Таблица 6. Биохимические показатели в основной группе и группе сравнения  
Table 6. Biochemical parameters in the main group and the comparison group

Параметры / Parameters	Основная группа/ Main group (n=55)	Группа сравнения/ Control group (n=27)	p
Общий холестерин, ммоль/л/ Total cholesterol, mmol/L	5,1 [4,6- 5,6]	4,9 [4,4- 5,4]	0,567
ЛПВП, ммоль/л/ HDL, mmol/L	1,3 [1,2- 1,4]	1,2 [1,1- 1,3]	0,762
ЛПНП, ммоль/л / LDL, mmol/L	3,8 [2,1- 5,5]	2,8 [2,4- 3,2]	0,628
Триглицериды, ммоль/л/ Triglycerides, mmol/L	3,7 [0,8- 6,3]	2,5 [1,9- 3,1]	0,496
Билирубин общий, ммоль/л/ Total bilirubin, mmol/L	13,9 [11,5-16,3]	11,4 [9,7-13,1]	0,238
Общий белок, ммоль/л/ Total protein, mmol/l	68 [67- 70]	70 [68-72]	0,005
АСТ, ЕД/л/ AST, U/L	23 [20- 27]	27 [19-36]	0,057
АЛТ, ЕД/л/ ALT, U/L	24 [19-29]	37 [21-52]	0,001
ЩФ, ЕД/л/ alkaline phosphorus, U/L	64 [54-73]	66 [50-82]	0,523
Креатинин, мкмоль/л/ Creatinine, μmol/L	90 [82-97]	87 [78-95]	0,090
Натрий, ммоль/л/ Sodium, mmol/L	135 [128-143]	141 [140-141]	0,331
Калий, ммоль/л/ Potassium, mmol/L	3,8 [3,5-4,0]	4 [3,8-4,0]	0,849
Кальций, ммоль/л/ Calcium, mmol/L	1,1 [1,0-1,2]	1,2 [1,1-1,3]	0,001
Мочевая кислота, мкмоль/л/ Uric acid, μmol/L	318 [290-346]	310 [263-357]	0,719
Альбумин, г/л/ Albumin, g/l	38 [35-41]	33 [26-40]	0,607
Гликированный гемоглобин, %/ Glycated hemoglobin, %	8,2 [7,4-9]	7,6 [6,3-9]	0,200

Примечание: Данные представлены как медиана с межквартильным размахом; АЛТ — аланинаминотрансфераза, АСТ — аспартатаминотрансфераза, ЛПВП — липопротеины высокой плотности, ЛПНП — липопротеины низкой плотности, ЩФ — щелочная фосфатаза.  
Note: Data are presented as median with interquartile range; ALT — alanine aminotransferase, AST — aspartate aminotransferase, HDL — high density lipoproteins, LDL — low density lipoproteins, ALP — alkaline phosphatase

Таблица 7. Дополнительная лекарственная терапия у пациентов с пресаркопенией и в группе сравнения  
Table 7. Additional drug therapy in patients with presarcopenia and in the comparison group

Параметры, препараты/ Parameters, drugs	Основная группа/ Main group (n=55)	Группа сравнения/ Control group (n=27)	p
Антигипертензивная терапия/ Antihypertensive therapy	54 (98 %)	16 (59,2 %)	0,001
Антиаритмики	54 (98 %)	25 (92,5 %)	0,198
Дезагреганты/ Disaggregants	39 (85 %)	20 (80 %)	0,080
Статины/ Statins	33 (71,74 %)	18 (72,00 %)	0,259
Тироксин/ Thyroxine	3(5,4 %)	1 (3,7 %)	0,966
Менопаузальная гормональная терапия/ Menopausal hormone therapy	1 (1,8 %)	6 (22,2 %)	0,001
Витамин Д/ Vitamin D	3(5,4 %)	8 (29,6 %)	0,006
Гепатопротекторы/ Hepatoprotectors	9 (16,3 %)	5 (18,5 %)	0,747
Бронходилататоры/ Bronchodilators	5 (9 %)	2 (7,4 %)	0,198
Глюкокортикостероиды/ Glucocorticosteroids	2 (3,6 %)	1 (3,7 %)	0,122
Поливитамины/ Multivitamins	0	5 (18,5 %)	0,014

В таблице 5 представлены данные композиционного состава тела пациентов на основании проведённой биоимпедансометрии. При анализе данных обращает внимание снижение жировой массы в основной группе по сравнению с группой сравнения. Также в группе с вероятной саркопенией снижена скелетная мышечная масса, индекс аппендикулярной мускулатуры.

По результатам лабораторных данных (таблица 6) пациенты из основной группы чаще имели более низкий уровень общего белка, АЛТ и кальция ( $p \leq 0,05$ ).

При этом следует отметить, что пациенты с пресаркопенией в большем проценте случаев получали антигипертензивную терапию, тогда как в группе сравнения — менопаузальную гормональную терапию, поливитамины, и в том числе витамина Д (таблица 7).

В ходе корреляционного анализа было выявлено, что вероятная саркопения ассоциирована с повышенной жировой массой ( $r=0,526$ ,  $p=0,001$ ) и ИМТ ( $r=0,587$ ,  $p=0,001$ ), снижением скелетной мышечной массы ( $r=-0,296$ ,  $p=0,007$ ).

## Обсуждение

Улучшение качества медицинской помощи привело к увеличению ряда диагностических методик, направленных на скрининг пресаркопии и факторов риска у пациентов с нарушением углеводного обмена, но в настоящее время отсутствует единая скрининговая модель верификации снижения мышечной массы и силы [20]. В нашей работе по данным опросника SARC-F результаты не имели статистической значимости, что может приводить к нераспознаванию снижения мышечной массы. Количество баллов между группами в тестирование SF-36 не имело статистической значимости. Так как, среди исследователей нет единого мнения о его интерпретации, поэтому часто результаты оказываются противоречивыми и, возможно, требуют его дальнейшего использования совместно с результатами объективного исследования [21, 22].

В исследовании, проведённом в Иране (2012), где оценивалось качество жизни у пациентов среднего и пожилого возраста с сахарным диабетом 2 типа с помощью опросников SF-36 и WHOQoL –BREF (World Health Organization's Quality of Life) отражено, что SF-36 и WHOQoL-BREF являются надёжными опросниками в клинической практике, но результаты WHOQoL-BREF были более специфичны, чем SF-36 [23]. Исходя из результатов ранее представленного исследования, можно предположить, что опросник SF-36 может иметь умеренную скрининговую способность при оценке качества жизни у пациентов с СД 2 типа со сниженной мышечной силой. Эффективность данного опросника у лиц среднего возраста без нарушений углеводного обмена требует дальнейшего подтверждения в других клинических исследованиях [24].

Результаты динамометрии в проведенном исследовании были ниже в основной группе, это связано со сниженной секрецией анаболических гормонов, митохондриальной дисфункцией индуцированной

хронической гипергликемией и воспалительной реакцией под действием цитокинов и свободных радикалов [25].

По данным некоторых авторов снижение скорости ходьбы у пациентов с вероятной саркопенией может быть связано с наличием диабетической полинейропатии и атеросклероза артерий нижних конечностей, а также высокими показателями гликемии. Известно, что длительная гипергликемия приводит к гликозириванию миелиновых оболочек нервов и гибели нейронов, что приводит к снижению иннервации мышечных волокон и снижению скорости ходьбы [26]. Снижение скорости ходьбы у пациентов с СД 2 может быть связано с длительным приёмом метформина, на фоне чего развивается дефицит цианокобаламина и снижаться синтез миелина [27]. Хотя в этом исследовании установлено, что группы не различались по приему бигуанидов, но при этом сам прием препарата ассоциировался со снижением мышечной массы. Своевременная профилактика осложнений на раннем этапе СД 2 типа (терапия альфа-липоевой, кислотой и цианокобаламином) за счёт улучшения эндоневрального кровотока и повышения глутатиона, будет улучшать трофику нейронов и способствовать уменьшению прогрессирования снижения мышечной массы у пациентов с СД 2 типа [28].

По данным проведенного исследования значимых различий по показателям гликемии и гликированного гемоглобина выявлено не было. Однако известно, что хроническая гипергликемия обусловлена увеличением количества конечных продуктов гликирования, которые накапливаются в хрящах и скелетных мышцах, что приводит к снижению мышечной силы и эластичности суставов [29]. В ранее проведённых исследованиях выявлено, что высокие уровни продуктов гликирования связаны с низкими показателями кистевой динамометрии и скорости ходьбы у пожилых лиц [29]. Исходя из полученных результатов, поддержание целевых показателей гликемии у пациентов с СД 2 будет способствовать профилактике снижения мышечной массы и силы [30].

В результатах оценки композиционного состава тела с помощью биоимпедансометрии доля жировой массы была повышена в обеих группах, но в группе с пресаркопенией отмечаются большие показатели жировой массы и ИМТ. Результаты сопоставимы с исследованием, проведенным в клинике Федерального бюро медико-социальной экспертизы Минтруда России (2017) [9]. Предположительно, данный вариант распределения жировой массы, может соответствовать саркопеническому ожирению, формирование которого способствует снижению мышечной массы [9].

Пациенты с вероятной саркопенией в сыворотке крови имели сниженный по сравнению с группой сравнения уровень белка, что приводит в том числе к снижению скелетно-мышечной массы [9]. Данная тенденция обусловлена гиподинамией, как одним из ведущих факторов снижения мышечной массы и силы [31] и подтверждается результатами снижения физической активности в основной группе. Возможно,



данные результаты могут быть связаны с несбалансированностью питания в современной популяции: наличием высокого содержания в пище простых углеводов, насыщенных жиров и трансжиров, малым употреблением высокобелковых продуктов. Требуется дальнейшие исследования рациона питания совместно с биоимпедансметрией. Для профилактики развития саркопении рекомендованы дозированные физические аэробные нагрузки в течение минимум 20 минут и приём белка в количестве от 1 до 1,2 г/кг в сутки (в зависимости от сопутствующей патологии), что может способствовать улучшению синтеза мышечного белка, снижать жировую массу и сохранять нормальную минерализацию костной ткани [31]. Снижение минеральной плотности в дальнейшем увеличивает риск развития остеосаркопении и спонтанных переломов у пациентов сахарным диабетом 2 типа [32, 33]. Поэтому употребление достаточного количества белка будет способствовать увеличению реабсорбции кальция и снижению выработки паратиреоидного гормона [34], тем самым снижая риск развития остеопороза. Среди хронических заболеваний, следует отметить хроническую болезнь почек (ХБП) тяжёлой степени, где приём белка снижается до 0,2–0,5 г/кг в сутки (при СКФ <30 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>) для профилактики метаболического ацидоза [35]. К недостатку минеральной плотности костной ткани может приводить дефицит витамина Д и диабетическая болезнь почек [36]. Вероятно, приём витамина Д в профилактических дозировках будет способствовать сохранению костной массы [37]. Так, в данной работе у пациентов с пресаркопенией отмечалось более низкий прием поливитаминов и витамина Д, однако различий по наличию хронических осложнений сахарного диабета в группах выявлено не было.

Различное воздействие противодиабетических препаратов на качество мышц подчеркивает, что при выборе препаратов следует учитывать риск развития саркопении, в дополнение к всестороннему учету гликемического статуса и сердечно-сосудистых осложнений. Так, показано, что препараты сульфонилмочевины, инсулин и метформин могут способствовать потере скелетной мускулатуры, в то время как иНГЛТ2 и ДПП4, наоборот, [38]. Так в проведенном исследовании пациенты с пресаркопенией чаще получали инсулинотерапию, препараты иДПП4, а иНГЛТ2 и бигуаниды использовались реже, что требует дальнейших исследований. Также на развитие саркопении у пожилых влияет и гипотензивная терапия, например, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента оказывают положительное протективное действие по данным некоторых исследований [39]. Еще одним превентивным подходом может выступать менопаузальная гормональная терапия, которая чаще была назначена женщинам из группы сравнения, а также по мнению некоторых ученых в совокупности с физическими нагрузками может приводить к наращиванию мышечной массы [40].

Ограничениями этого исследования были отсутствие оценки эффективности и отсутствие здоровой

популяции без нарушений метаболизма глюкозы с аналогичным ИМТ (30 и 35 кг/м<sup>2</sup>) для сравнения групп с одинаковым составом тела, малый размер выборок в группах, отсутствие многофакторного анализа, оценки нутритивного статуса пациентов. Эти факторы будут учтены и применены в нашем дальнейшем исследовании в более широкой популяции.

## Заключение

Таким образом, для первичного скрининга снижения мышечной силы и массы у пациентов с СД 2 типа можно использовать динамометрию и биоимпедансометрию. Динамометрия диагностирует снижение мышечной силы, а оценка композиционного состава тела с помощью биоимпедансометрии позволяет выявить снижение мышечной и аппендикулярной массы на этапе развития заболевания. Несмотря на многочисленное количество исследований и актуальность проблемы на рынке отсутствуют лекарственные препараты, направленные на сохранение мышечной массы. К профилактическим мероприятиям у пациентов с СД 2 типа направленным на сохранение мышечной массы и силы относятся: поддержание целевых параметров гликемии, профилактика гиподинамии, восполнение белкового дефицита, а также профилактические дозировки витамина Д. Выявленные факторы риска могут служить в дальнейшем «красными флагами» наличия признаков саркопении, но для этого требуется подтвердить их статистическую значимость в более широкой популяции.

## Вклад авторов:

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией

**Самойлова Ю.Г.** (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2667-4842>): разработка концепции, редакция и окончательное утверждение рукописи

**Матвеева М.В.** (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-001-9966-6686>): разработка концепции и дизайна, анализ материала, редакция и окончательное утверждение рукописи

**Хорошунова Е.А.** (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3596-6732>): разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретации данных, написание рукописи

**Подчиненова Д.В.** (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6212-4568>): статистическая обработка, интерпретация результатов, редакция рукописи

**Якимова Я.Л.** (ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1151-261X>): осмотр пациентов, сбор и обработка материала, статистическая обработка

## Author Contribution:

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication

**Samoilova I.G.** (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2667-4842>): conceptualization, revision and final approval of manuscript

**Matveeva M.V.** (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-001-9966-6686>): conception and design, material analysis, revision and final approval of manuscript

E.A. Khoroshunova (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3596-6732>): conception and design of the study, data analysis and interpretation, manuscript writing

Podchinenova D.V. (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6212-4568>): statistical processing, interpretation of results, manuscript revision

Yakimova Y.L. (ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1151-261X>): examination of patients, collection and processing of material, statistical processing

## Список литература/References:

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. и др. «Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом». Сахарный диабет. 2021; 24(15):1-148. doi: 10.14341/DM12802.  
Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu. et al. Standards of specialized diabetes care. Edited by Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu. 10th edition. Diabetes mellitus. 2021; 24(15):1-148. doi: 10.14341/DM12802. [In Russian].
2. Галстян Г.Р., Шестакова Е.А., Скланник И.А. Ожирение и сахарный диабет 2 типа: поиск компромиссного терапевтического решения. Сахарный диабет. 2017; 20(4): 270-278. doi: 10.14341/DM8726.  
Galstyan G.R., Shestakova E.A., Sklyanik I.A. Obesity and type 2 diabetes mellitus: the search for a compromise therapeutic solution. Diabetes mellitus. 2017; 20(4): 270-278. doi: 10.14341/DM8726. [In Russian].
3. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. и др. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинико-статистический анализ по данным Федерального регистра сахарного диабета на 01.01.2021. Сахарный диабет. 2021;24(3): 204-221. doi: 10.14341/DM12759.  
Dedov I.I., Shestakova M.V., Vikulova O.K. et al. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus in the Russian Federation: clinical and statistical analysis according to the data of the Federal Register of Diabetes Mellitus on 01.01.2021. Diabetes Mellitus. 2021;24(3): 204-221. doi: 10.14341/DM12759. [In Russian].
4. Alabadi B., Civera M., De la Rosa A., et al. Low Muscle Mass Is Associated with Poorer Glycemic Control and Higher Oxidative Stress in Older Patients with Type 2 Diabetes. Nutrients. 2023 Jul 17;15(14):3167. doi: 10.3390/nu15143167.
5. Nomura T., Kawae T., Kataoka H., et al. Loss of lower extremity muscle strength based on diabetic polyneuropathy in older patients with type 2 diabetes: Multicenter Survey of the Isometric Lower Extremity Strength in Type 2 Diabetes: Phase 2 study. J Diabetes Investig. 2021 Mar; 12(3): 390-397. doi: 10.1111/jdi.13354.
6. Soh Y., Won C.W. Association between frailty and vitamin B12 in the older Korean population. Medicine (Baltimore). 2020 Oct 23; 99(43): e22327. doi: 10.1097/MD.00000000000022327.
7. Анциферов М.Б., Котешкова О.М., Духарева О.В. Современные подходы к терапии пациентов с сахарным диабетом 2 типа неинсулиновыми препаратами. Доктор.Ру. 2021; 20(2): 30-39. doi: 10.31550/1727-2378-2021-20-2-30-39.  
Anciferov M.B., Koteschkova O.M., Duhareva O.V. Modern approaches to therapy of patients with type 2 diabetes mellitus with non-insulin drugs. Doctor.ru. 2021; 20(2): 30-39. doi: 10.31550/1727-2378-2021-20-2-30-39. [In Russian].
8. Мисникова И.В., Ковалева Ю.А. Климина Н.А. и др. Оценка мышечной и жировой массы у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа по результатам двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. Альманах клинической медицины. 2018; 46(3): 222-232. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-3-222-232.
9. Гурьева И.В., Онучина Ю.С., Дымочка М.А. и др. Особенности саркопении и состава тела на основе биоимпедансных измерений у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Вopr. диетол. (Питание). 2017; 7(3):11-19. doi: 10.20953/2224-5448-2017-3-11-19.  
Guryeva I.V., Onuchina Yu.S., Dymochka M.A. et al. Features of sarcopenia and body composition based on bioimpedance measurements in patients with type 2 diabetes mellitus. Question. dietol. (Nutrition). 2017; 7(3):11-19. doi: 10.20953/2224-5448-2017-3-11-19. [In Russian].
10. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J. et al. Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWG-SOP2), and the Extended Group for EWG-SOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age and Ageing. 2019;48(4):601. doi: 10.1093/ageing/afz046.
11. Масенко В.Л., Коков А.Н., Григорьева И.И. и др. Лучевые методы диагностики саркопении. Research'n Practical Medicine Journal. 2019;6(4):127-137. doi: 10.17709/2409-2231-2019-6-4-13  
Masenko V.L., Kokov A.N., Grigoryeva I.I. et al. Radiation methods for the diagnosis of sarcopenia. Research'n Practical Medicine Journal. 2019;6(4):127-137. doi: 10.17709/2409-2231-2019-6-4-13. [In Russian].
12. Голованова Е.Д., Айрапетов К.В. Роль биоимпедансометрии в ранней профилактике саркопении у пожилых пациентов амбулаторного звена. Клиническая геронтология. 2021; 27 (9-10): 3-9. doi: 10.26347/1607-2499202109-10003-009  
Golovanova ED, Ayrapetov KV. Bio-impedancemetry in early prevention of sarcopenia in the elderly in outpatient care. Clin Gerontol. 2021; 27 (9-10): 3-9. doi: 10.26347/1607-2499202109-10003-009. [In Russian].
13. Liccini A., Malmstrom T.K. Frailty and sarcopenia as predictors of adverse health outcomes in persons with diabetes mellitus. J Am Med Dir Assoc. 2016; 17:846-51. doi: 10.1016/j.jamda.2016.07.007.
14. Hamasaki H., Kawashima Y., Katsuyama H. et al. Association of handgrip strength with hospitalization, cardiovascular events, and mortality in Japanese patients with type 2 diabetes. Sci Rep. 2017; 7:1-9. doi: 10.1038/s41598-017-07438-8.
15. Kim T.N., Choi K.M. Sarcopenia: definition, epidemiology, and pathophysiology. J Bone Metab. 2013; 20:1-10. doi: 10.11005/jbm.20.1.1.
16. Abbatecola A.M., Olivieri F., Corsonello A. et al. Frailty and safety: the example of diabetes. Drug Saf. 2012; 35:63-71. doi: 10.1007/BF03319104.
17. Santoro A., Guidarelli G., Ostan R., et al. Gender-specific association of body composition with inflammatory and adipose-related markers in healthy elderly Europeans from the NU-AGE study. Eur Radiol. 2019 Sep; 29(9): 4968-4979. doi: 10.1007/s00330-018-5973-2.
18. Бикбавова Г.Р., Ливзан М.А., Тихонравова Д.В. Все, что нужно знать о саркопении: краткий гид для современного терапевта в вопросах и ответах. Бюллетень сибирской медицины. 2023;22(3):88-97. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2023-3-88-97>  
Bikbavova G.R., Livzan M.A., Tikhonravova D.V. All you need to know about sarcopenia: a short guide for an internal medicine physician in questions and answers. Bulletin of Siberian Medicine. 2023;22(3):88-97. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2023-3-88-97> [In Russian].

19. Драпкина О.М., Шепель Р.Н., Васильева Л.Э., и др. Оценка уровня физической активности у пациентов с избыточной массой тела и ожирением в Российской Федерации (ФАКТОР-РФ): обоснование и дизайн исследования. *Профилактическая медицина*. 2020; 23(3): 7-19.  
Drapkina OM, Shepel RN, Vasilieva LE, et al. Assessment of the level of physical activity in patients with overweight and obesity in the Russian Federation (FACTOR-RF): argumentation and study design. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2020; 23(3): 7-19. <https://doi.org/10.17116/profmed2020230317> [In Russian].
20. Лучшие программы скринингов в мире и их сравнение с Москвой [Электронный ресурс]: экспертный обзор / Н.Н. Камынина, А.А. Кравчук. — Электрон. текстовые дан. — М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2022. — URL:<https://niiroz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/obzory/>. — Загл. с экрана. — 35 с.  
The best screening programs in the world and their comparison with Moscow [Electronic resource]: expert review / N.N. Kamynina, A.A. Kravchuk. - Electronic text data. — M.: GBU "NIYOZHM DZM", 2022. — URL:<https://niiroz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/obzory/>. — Downloaded from the screen. — 35p. [In Russian].
21. Bahat G., Ozkok S., Kilic C., et el. SARC-F Questionnaire Detects Frailty in Older Adults. *J Nutr Health Aging*. 2021; 25(4):448-453. doi: 10.1007/s12603-020-1543-9.
22. Lins L., Carvalho F.M. SF-36 total score as a single measure of health-related quality of life: Scoping review. *SAGE Open Medicine*. 2016; 4. doi: 10.1177/2050312116671725.
23. Abbasi-Ghahramanloo A., Soltani-Kermanshahi M., Mansori K. et el. Comparison of SF-36 and WHOQoL-BREF in Measuring Quality of Life in Patients with Type 2 Diabetes. *Int J Gen Med*. 2020 Aug 11; 13:497-506. doi: 10.2147/IJGM.S25895.
24. Самойлова Ю.Г., Матвеева М.В., Хорошунова Е.А и др. Композиционный состав тела при саркопении у лиц среднего возраста. *Терапевтический архив*. 2022; 94(10):1149–1154. doi: 10.26442/00403660.2022.10.201878  
Samoilova Yu.G., Matveeva M.V., Khoroshunova E.A. et al. Body composition in sarcopenia in middle-aged individuals. *Therapeutic archive*. 2022;94(10):1149–1154. doi: 10.26442/00403660.2022.10.201878. [In Russian].
25. Trierweiler, H., Kisielwicz, G., Hoffmann Jonasson, T. et al. Sarcopenia: a chronic complication of type 2 diabetes mellitus. *Diabetol Metab Syndr*. 2018; 10 (25) doi: 10.1186/s13098-018-0326-5.
26. Бирюкова Е.В., Ганненкова Е.С., Соловьева И.В. Диабетическая полинейропатия: чего мы достигли в понимании проблемы? *РМЖ*. 2020; 1:14-19.  
Biryukova E.V., Gannenkova E.S., Solovieva I.V. Diabetic polyneuropathy: what have we achieved in understanding the problem? *breast cancer*. 2020;1:14-19. [In Russian].
27. Jayabalan B., Low L.L. Vitamin B supplementation for diabetic peripheral neuropathy. *Singapore Med J*. 2016;57(2): 55–59. doi: 10.11622/smedj.2016027.
28. Шарашкина Н.В., Рунихина Н.К., Ткачева О.Н. и др. Распространенность, методы диагностики и коррекция саркопении у пожилых. *Клиническая геронтология*. 2016; 3(4):46-51.  
Sharashkina N.V., Runikhina N.K., Tkacheva O.N. et al. Prevalence, diagnostic methods and correction of sarcopenia in the elderly. *Clinical gerontology*. 2016; 3(4):46-51. [In Russian].
29. Онучина Ю.С., Гурьева И.В. Взаимосвязь саркопении и сахарного диабета типа 2. *Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение*. 2018;4 (25). doi: 10.24411/2304-9529-2018-14004.  
Onuchina Yu.S., Gur'eva I.V. Relationship between sarcopenia and type 2 diabetes. *Endocrinology: News. Opinions. Education*. 2018; 4 (25). doi: 10.24411/2304-9529-2018-14004. [In Russian]
30. Локинская Л.С., Курганская О.Н., Маслов К.Г. и др. Сахарный диабет 2 типа и саркопении: обзор литературы. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2022. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/saharnyy-diabet-2-tipa-i-sarkopeniya-obzor-literatury> (дата обращения: 21.11.2023).  
Lokinskaya L.S., Kurganskaya O.N., Maslov K.G. et al. Type 2 diabetes mellitus and sarcopenia: a review of the literature. *Modern problems of health care and medical statistics*. 2022. No. 4. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/saharnyy-diabet-2-tipa-i-sarkopeniya-obzor-literatury> (date of the application: 11.21.2023). [In Russian]
31. Мокрышева Н.Г., Крупинова Ю.А., Володичева В.Л. и др. Саркопении глазами эндокринолога. *Остеопороз и остеопатии*. 2019; 22(4):19-26. doi: 10.14341/osteo12465.  
Mokrysheva N.G., Krupinova Yu.A., Volodicheva V.L. et el. Sarcopenia through the eyes of an endocrinologist. *Osteoporosis and osteopathy*. 2019; 22(4):19-26. doi: 10.14341/osteo12465. [In Russian].
32. Pechmann L.M., Petterle R.R., Moreira C.A. et el. Osteosarcopenia and trabecular bone score in patients with type 2 diabetes mellitus. *Arch Endocrinol Metab*. 2021 Nov 24; 65(6):801-810. doi: 10.20945/2359-3997000000418.
33. Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. *Проблемы эндокринологии*. 2017; 63(6): 392–426. doi: 10.14341/probl2017636392-426.  
Mel'nicenko G.A., Belaya Zh.E., Rozhinskaya L.Ya., et al. Russian federal clinical guidelines on the diagnostics, treatment, and prevention of osteoporosis. *Problems of Endocrinology*. 2017;63(6):392–426. . doi: 10.14341/probl2017636392-426. [In Russian].
34. Rizzoli R., Stevenson J., Bauer J., et al. Erratum to "The role of dietary protein and vitamin D in maintaining musculoskeletal health in postmenopausal women: a consensus statement from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2020;75(3):240–249. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.07.005.
35. Hirschfeld H.P., Kinsella R., Duque G. Osteosarcopenia: where bone, muscle, and fat collide. *Osteoporos. Int*. 2017; 28(10):2781-2790. doi: 10.1007/s00198-017-4151-8.
36. Davenport A. Frailty, appendicular lean mass, osteoporosis and osteosarcopenia in peritoneal dialysis patients. *J Nephrol*. 2022 Dec; 35(9):2333-2340. doi: 10.1007/s40620-022-01390-1.
37. Deutz N.E., Matheson E.M., Matarese L.E et el. Readmission and mortality in malnourished, older, hospitalized adults treated with a specialized oral nutritional supplement: A randomized clinical trial. *Clin Nutr* 2016; 35(1):18–26. doi: 10.1016/j.clnu.2015.12.010.
38. Zhang X, Zhao Y, Chen S, et al. Anti-diabetic drugs and sarcopenia: emerging links, mechanistic insights, and clinical implications. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021 Dec;12(6):1368-1379. doi: 10.1002/jcsm.12838. Epub 2021 Oct 21. PMID: 34676695; PMCID: PMC8718027.
39. Ata AM, Kara M, Ekiz T, et al. Reassessing Sarcopenia in Hypertension: STAR and ACE Inhibitors Excel. *Int J Clin Pract*. 2021 Mar; 75(3):e13800. doi: 10.1111/ijcp.13800. Epub 2020 Nov 20. PMID: 33108697.
40. Geraci A, Calvani R, Ferri E, et al. Sarcopenia and Menopause: The Role of Estradiol. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021 May 19; 12: 682012. doi: 10.3389/fendo.2021.682012. PMID: 34093446; PMCID: PMC8170301.