



Оригинальная статья

Оценка мышечной и жировой массы у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа по результатам двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии

Мисникова И.В.¹ • Ковалева Ю.А.¹ • Климина Н.А.¹ • Полякова Е.Ю.¹

Актуальность. Ожирение представляет собой важную проблему здравоохранения, так как его распространенность достигла уровня эпидемии и продолжает расти, что ведет к увеличению риска сердечно-сосудистых заболеваний и метаболических нарушений. В настоящее время разрабатываются новые методы и критерии оценки жировой и мышечной массы, а также критерии диагностики ожирения и саркопении. **Цель** – оценить количественный состав мышечной и жировой ткани у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа на основе двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии для диагностики ожирения и саркопении. **Материал и методы.** Обследованы 42 пациента с сахарным диабетом 2-го типа, находящихся на лечении в отделении терапевтической эндокринологии ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. Всем пациентам проведена двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия с дальнейшей оценкой состава мышечной и жировой ткани. **Результаты.** По индексу массы тела у всех пациентов масса тела превышала нормальные значения: 32,25 [29,75; 35,70] (у женщин – 31,3 [28,19; 34,63], у мужчин – 32,29 [30,26; 36,54]). У 26,2% (11 из 42) пациентов выявлена избыточная масса тела, но не ожирение; женщины имели более выраженное ожирение, чем мужчины

(суммарно 2-я и 3-я степень ожирения установлена у 33,3% (10 из 30) женщин и у 16,7% (2 из 12) мужчин). По индексу жировой массы (ИЖМ) у 2,4% (1 из 42) пациентов зафиксирована нормальная масса тела, медиана ИЖМ – 11,91 [10,40; 13,78] (у мужчин – 8,86 [7,46; 12,1], у женщин – 12,35 [11,55; 15,47]). Избыточная масса тела выявлена у 52,4% (22 из 42) человек; суммарно 2-я и 3-я степень ожирения у 25% (3 из 12) мужчин и у 6,6% (2 из 30) женщин. Медиана индекса аппендикулярной тощей массы (ИАТМ) в общей группе составила 7,99 [7,32; 9,05], у мужчин она была закономерно выше, чем у женщин: 9,19 [8,42; 9,45] и 7,58 [7,24; 8,49] соответственно. Медиана Т-ИАТМ составила 2,32 [1,73; 3,08], Z-ИАТМ – 2,15 [1,47; 3,54]. В целом при увеличении возраста отмечалось снижение массы аппендикулярных мышц. Была выявлена обратная корреляция между возрастом и Т-ИАТМ ($r = -0,319$, $p = 0,020$), а также возрастом и Z-ИАТМ ($r = -0,634$, $p = 0,000$). По результатам Т-ИАТМ и Z-ИАТМ больных с саркопенией выявлено не было. Однако расчет Т- и Z-критериев, скорректированных по жировой массе, привел к значительному снижению медианы этих показателей и позволил выявить группу пациентов, соответствующих критериям саркопении (97,6%; 41 из 42 случаев). **Заключение.** На основании

показателей ИАТМ, Т-ИАТМ, Z-ИАТМ пациентов с саркопенией и снижением мышечной массы относительно нормы для соответствующей возрастной группы выявлено не было. После коррекции критериев по жировой массе количество таких пациентов возросло до 97,6% (41 из 42) и 85,7% (36 из 42) соответственно. Возможности использования скорректированных показателей Т-ИАТМ (ИЖМ) и Z-ИАТМ (ИЖМ) в качестве критериев саркопении и снижения мышечной массы относительно возрастной нормы, а также классификации ожирения по ИЖМ должны быть изучены в крупных эпидемиологических исследованиях на разных популяциях.

Ключевые слова: саркопение, ожирение, состав тела, индекс массы тела, индекс жировой массы, индекс аппендикулярной массы

Для цитирования: Мисникова ИВ, Ковалева ЮА, Климина НА, Полякова ЕЮ. Оценка мышечной и жировой массы у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа по результатам двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. Альманах клинической медицины. 2018;46(3):222–32. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-3-222-232.

Поступила 05.02.2018,
принята к публикации 15.02.2018



Ожирение представляет собой важную проблему здравоохранения, так как количество населения, имеющее массу тела, превышающую нормальную, неуклонно возрастает, что сопровождается увеличением случаев развития сердечно-сосудистых заболеваний и метаболических нарушений.

Сегодня оценка степени ожирения проводится в соответствии с классификацией Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по индексу массы тела (ИМТ) [1], который учитывает соотношение веса и роста обследуемого. Несмотря на простоту данного метода, у него имеется существенный недостаток – он не позволяет оценить состав тела. При этом известно, что масса тела – это не только жировая ткань, она включает также тощую мышечную массу, костную ткань, массу внутренних органов. Исходя из вышесказанного, для того чтобы оценить избыток массы тела, необходимо знать его состав, а именно соотношение жировой и мышечной массы. Кроме того, избыточная масса тела может сопровождаться снижением количества мышечной массы, то есть может иметь место саркопеническое ожирение [2–5], при котором происходит значительное отложение жира в мышечной ткани, что ведет к слабости мышц. Соответственно, рекомендации для таких пациентов должны включать не только коррекцию пищевых предпочтений с целью снижения объема жировой ткани, но и воздействие, направленное на увеличение количества тощей мышечной массы, так как снижение веса в данном случае может привести к усугублению саркопении.

Таким образом, для оценки степени ожирения важно использовать метод, который дает возможность определять соотношение жировой и мышечной ткани. Один из таких методов – двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, с помощью которой можно определять индексы жировой массы (ИЖМ) и аппендикулярной тощей массы (ИАТМ), а также рассчитывать показатели (Т- и Z-критерий), которые по аналогии с критериями диагностики остеопороза и остеопении позволяют диагностировать саркопению или возрастное снижение мышечной массы [6, 7].

В настоящее время опубликован ряд работ, в которых использовались двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия для оценки состава тела и классификация ожирения, учитывающая ИЖМ [6]. Эта классификация более специфична, дает возможность точнее устанавливать диагноз и, соответственно, разрабатывать индивидуальные рекомендации для коррекции имеющихся нарушений.

Мисникова Инна Владимировна – д-р мед. наук, вед. науч. сотр. отделения терапевтической эндокринологии, профессор кафедры эндокринологии факультета усовершенствования врачей¹
✉ 129110, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2–9, Российская Федерация. Тел.: +7 (495) 688 93 95. E-mail: inna-misnikova@mail.ru

Ковалева Юлия Александровна – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отделения терапевтической эндокринологии¹

Климина Наталья Александровна – аспирант кафедры эндокринологии факультета усовершенствования врачей¹

Полякова Елена Юрьевна – научн. сотр. рентгенологического отделения¹

Пациенты с сахарным диабетом 2-го типа (СД2), с одной стороны, чаще имеют избыточную массу тела или ожирение, с другой стороны – риск саркопении у них выше и она может развиваться раньше по сравнению с людьми, не страдающими СД2 [5, 8, 9].

Цель работы состояла в оценке количественного состава мышечной и жировой ткани у пациентов с СД2 методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии для диагностики ожирения и саркопении.

Материал и методы

Исследование проведено на базе ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

В анализ включены 42 пациента с СД2 (мужчины и женщины старше 45 лет), имеющие ИМТ более 25 кг/м², подписавшие информированное согласие на участие в исследовании. Не включались в исследование беременные женщины, люди с отсутствующими конечностями, имеющие металл в теле, а также те, кому было проведено исследование с барием за 2 недели и менее до включения.

Композиционный состав тела определяли методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии на денситометре Discovery A (Hologic, США) с использованием программы "Whole body" («Все тело»), которая входит в базовое обеспечение прибора. По данным исследования проводилась оценка количественного состава мышечной и жировой ткани [10].

Для оценки мышечной массы рассчитывались ИАТМ, среднее квадратичное отклонение относительно нормальных показателей ИАТМ у людей соответствующего пола молодого возраста (20–40 лет) (Т-ИАТМ) [7]:

$$ИАТМ = (ТМВК + ТМНК (кг)) / \text{рост} (м)^2,$$

где ТМВК – тощая масса верхних конечностей, ТМНК – тощая масса нижних конечностей;

$$Т-ИАТМ = ИАТМ - \mu/\sigma,$$

где μ – среднее отклонение от ИАТМ людей 20–40 лет соответствующего пола, участвующих в исследовании NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey – Национальное исследование состояния здоровья и питания населения); σ – стандартное отклонение от ИАТМ людей 20–40 лет соответствующего пола, участвующих в исследовании NHANES (табл. 1).

Оценивалось также среднее квадратичное отклонение относительно нормальных показателей

¹ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»; 129110, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2, Российская Федерация

**Таблица 1.** Коэффициенты для расчета Т-ИАТМ (Т-критерий индекса аппендикулярной тощей массы) и Т-ИЖМ (Т-критерий индекса жировой массы) в зависимости от пола*

Коэффициент	Пол, возраст			
	мужчины, 20–40 лет (n = 2604)		женщины, 20–40 лет (n = 2434)	
	μ	σ	μ	σ
Для расчета Т-ИАТМ	8,66	1,36	6,65	1,20
Для расчета Т-ИЖМ	7,46	3,41	10,40	4,64

*Все коэффициенты приведены для представителей белой расы

ИАТМ у людей того же возраста соответствующего пола (Z-ИАТМ):

$$Z\text{-ИАТМ} = \text{ИАТМ} - \mu/\sigma,$$

где μ – среднее отклонение от ИАТМ среди людей соответствующего возраста и пола, участвующих в исследовании NHANES; σ – стандартное отклонение от ИАТМ среди людей соответствующего возраста и пола, участвующих в исследовании NHANES (табл. 2).

Согласно критериям, разработанным EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People – Европейская рабочая группа по саркопении у пожилых людей) в 2010 г., диагноз саркопении у лиц европеоидной популяции устанавливался при ИАТМ $\leq 7,23$ для мужчин и $\leq 5,67$ для женщин, при Т-ИАТМ ≤ -2 . Снижение мышечной массы, связанное с возрастом (риск саркопении), оценивалось при Z-ИАТМ ≤ -1 [2, 11, 12].

Для оценки жировой массы рассчитывались ИЖМ, среднее квадратичное отклонение по ИЖМ относительно нормальных показателей у людей молодого возраста (20–40 лет) соответствующего пола (Т-ИЖМ) и среднее

квадратичное отклонение по ИЖМ относительно нормальных показателей у людей того же возраста соответствующего пола (Z-ИЖМ) [6]:

$$\text{ИЖМ} = \text{масса жира (кг)} / \text{рост (м)}^2.$$

Для оценки нормальной массы тела и степени ожирения (табл. 3) была использована классификация по ИЖМ, предложенная Т. Kelly и соавт. [6]:

$$T\text{-ИЖМ} = \text{ИЖМ} - \mu/\sigma,$$

где ИЖМ – индекс жировой массы, μ – среднее отклонение ИЖМ соответствующего пола среди людей 20–40 лет, участвующих в исследовании NHANES; σ – стандартное отклонение ИЖМ соответствующего пола среди людей 20–40 лет, участвующих в исследовании NHANES (см. табл. 1);

$$Z\text{-ИЖМ} = \text{ИЖМ} - \mu/\sigma,$$

где ИЖМ – индекс жировой массы, μ – среднее отклонение от ИЖМ среди людей соответствующего возраста и пола, участвующих в исследовании NHANES, σ – стандартное отклонение от ИЖМ среди людей соответствующего возраста и пола, участвующих в исследовании NHANES (см. табл. 2).

Была проведена стандартизация Т-ИАТМ и Z-ИАТМ по жировой массе – Т-ИАТМ (ИЖМ), Z-ИАТМ (ИЖМ), предложенная D. Weber и соавт. [7]:

$$Z\text{-ИАТМ (ИЖМ)} = (\text{Z-ИАТМ} - \text{предполагаемый Z-ИАТМ}) \times (1/SD),$$

$$\text{предполагаемый Z-ИАТМ} = \beta_1(\text{Z-ИЖМ}) + \beta_2(\text{Z-ИЖМ})^2 + \text{constant},$$

Таблица 2. Коэффициенты для расчета Z-ИАТМ (Z-критерий индекса аппендикулярной тощей массы) и Z-ИЖМ (Z-критерий индекса жировой массы)*

Коэффициент	Возраст, годы							
	40–50 (n = 1436)		50–60 (n = 1115)		60–70 (n = 1264)		70–90 (n = 1098)	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
Для расчета Z-ИАТМ (М)	8,78	1,24	8,53	1,21	8,31	1,17	7,70	0,98
Для расчета Z-ИАТМ (Ж)	6,79	1,35	6,62	1,24	6,50	1,20	6,17	1,02
Для расчета Z-ИЖМ (М)	8,48	3,12	8,87	3,25	9,34	2,95	8,87	2,75
Для расчета Z-ИЖМ (Ж)	11,60	4,95	12,37	4,75	12,92	4,49	11,82	3,61

М – мужчины, Ж – женщины

*Все коэффициенты приведены для представителей белой расы



где β_1 , β_2 – коэффициенты, $constant$ – постоянная величина, SD – стандартное отклонение, рассчитанные для людей соответствующего пола и возраста;

$$T\text{-ИАТМ (ИЖМ)} = (T\text{-ИАТМ} - \text{предполагаемый } T\text{-ИАТМ}) \times (1/SD),$$

$$\text{предполагаемый } T\text{-ИАТМ} = \beta_1(T\text{-ИЖМ}) + \beta_2(T\text{-ИЖМ})^2 + constant,$$

где β_1 , β_2 – коэффициенты, $constant$ – постоянная величина, SD – стандартное отклонение, рассчитанные для людей соответствующего пола молодого возраста (20–40 лет).

Диагноз саркопении устанавливался при $T\text{-ИАТМ (ИЖМ)} \leq -2$; снижение мышечной массы, связанное с возрастом, устанавливалось при $Z\text{-ИАТМ (ИЖМ)} \leq -1$ [7].

Степень ожирения также оценивалась по ИМТ в соответствии с классификацией ВОЗ [1]:

$$ИМТ = \text{вес (кг)} / \text{рост (м)}^2.$$

Статистический анализ проведен с использованием программы SPSS версия 22.0 для Windows с применением стандартных методов вариационной статистики. Данные представлены в виде медианы и интерквартильного интервала [25%; 75%]. Для выявления корреляции между показателями применялся критерий Спирмена. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05 (95% уровень значимости), тенденция определялась при уровне p в пределах от 0,05 до 0,08.

Результаты

Обследованы 42 пациента с СД2. Общая характеристика группы и основные показатели, отражающие состав тела, представлены в табл. 4.

Согласно критериям включения, в соответствии с классификацией ожирения по ИМТ все обследованные имели избыточную массу тела или ожирение. Медиана ИМТ составила 32,25 [29,75; 35,70] кг/м². У большинства больных – 45,2% (19 из 42) выявлено ожирение 1-й степени (по классификации ВОЗ). У женщин ожирение 2-й и 3-й степени регистрировалось в 2 раза чаще, чем у мужчин, а избыточную массу тела, но не ожирение, имели 50% мужчин (6 из 12) и только 16,7% (5 из 30) женщин.

По классификации ожирения с учетом состава тела, а именно ИЖМ, отмечались некоторые различия в оценке нормы, избытка массы тела

Таблица 3. Оценка степени ожирения по индексу жировой массы (ИЖМ)

Класс ожирения / пол	Норма	Избыточная масса тела	Ожирение 1-й степени	Ожирение 2-й степени	Ожирение 3-й степени
ИЖМ (М)	3–6	6,01–9	9,01–12	12,01–15	> 15
ИЖМ (Ж)	5–9	9,01–13	13,01–17	17,01–21	> 21

М – мужчины, Ж – женщины

Таблица 4. Общая характеристика группы и основные показатели, отражающие состав тела

Показатель	Общие данные	Мужчины	Женщины
Количество пациентов, n (%)	42 (100)	12 (28,6)	30 (71,4)
Возраст, годы	64,0 [60,0; 70,0]	61,5 [56,5; 68,5]	66,5 [62,0; 70,0]
Длительность сахарного диабета, годы	11,5 [9,0; 17,0]	12,0 [4,0; 22,5]	11,5 [9,0; 16,3]
ИМТ, кг/м ²	32,25 [29,75; 35,70]	31,3 [28,19; 34,63]	32,29 [30,26; 36,54]
ТМВК	5,0 [4,24; 5,83]	6,98 [5,98; 7,86]	4,51 [4,09; 5,42]
ТМНК	16,38 [13,86; 19,48]	21,14 [18,68; 23,34]	15,02 [13,38; 17,15]
Масса жира	33,22 [28,54; 37,21]	32,18 [24,4; 36,12]	33,61 [28,59; 37,51]
ИЖМ, кг/м ²	11,91 [10,40; 13,78]	8,86 [7,46; 12,1]	12,35 [11,55; 15,47]
ИАТМ, кг/м ²	7,99 [7,32; 9,05]	9,19 [8,42; 9,45]	7,58 [7,24; 8,49]
Z-ИАТМ	2,15 [1,47; 3,54]	3,90 [1,36; 6,84]	2,06 [1,47; 3,08]
Z-ИЖМ	8,91 [7,59; 10,91]	5,92 [4,39; 9,17]	9,31 [8,42; 12,32]
T-ИАТМ	2,32 [1,73; 3,08]	2,82 [2,06; 3,09]	2,12 [1,69; 2,95]
T-ИЖМ	9,73 [8,67; 11,55]	7,24 [5,44; 10,29]	10,41 [9,46; 13,23]
Z-ИАТМ (ИЖМ)	-16,75 [-24,19; -8,01]	-1,27 [-5,17; 2,59]	-20,15 [-29,93; -15,89]
T-ИАТМ (ИЖМ)	-33,24 [-45,85; -18,55]	-8,69 [-16,06; -4,94]	-38,95 [-58,10; -32,59]

ИМТ – индекс массы тела, ТМВК – тощая масса верхних конечностей, ТМНК – тощая масса нижних конечностей, ИЖМ – индекс жировой массы, ИАТМ – индекс аппендикулярной тощей массы, Z-критерий, T-критерий

Данные представлены в виде медианы и интерквартильного интервала [25%; 75%]

и степеней ожирения по сравнению с классификацией по ИМТ. Согласно классификации по ИЖМ, у 2,4% (1 из 42) пациентов выявлена нормальная масса тела, тогда как по ИМТ у этого пациента имелась избыточная масса тела. По ИЖМ в сравнении с классификацией по ИМТ в 2 раза больше участников исследования имели избыточную массу тела, но не ожирение (52,4% (22 из 42) и 26,2% (11 из 42) соответственно) (рис. 1).

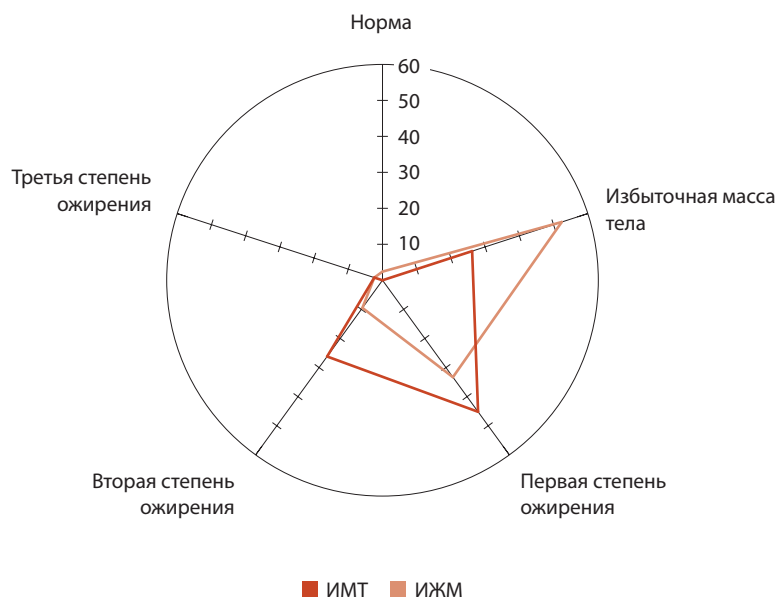


Рис. 1. Распределение пациентов с сахарным диабетом 2-го типа согласно классификациям по индексу массы тела (ИМТ) и индексу жировой массы (ИЖМ)

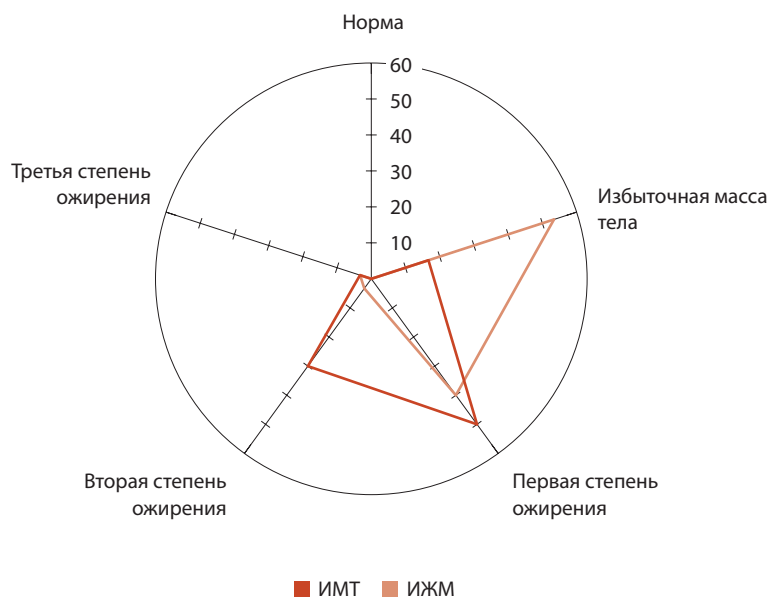


Рис. 2. Распределение женщин с сахарным диабетом 2-го типа согласно классификациям по индексу массы тела (ИМТ) и индексу жировой массы (ИЖМ)

У мужчин и женщин отмечено изменение в степени выраженности избыточной массы тела и ожирения при оценке по ИЖМ по сравнению с оценкой по ИМТ. При оценке по ИЖМ отмечается гораздо большее число женщин, имеющих избыточную массу тела, но не

ожирение, – 53,3% (16 из 30), тогда как по ИМТ к этой группе относилось только 16,7% (5 из 30). При этом значительно сократилось количество пациенток в группе с ожирением 2-й степени (30% (9 из 30) по ИМТ и 3,3% (1 из 30) по ИЖМ) (рис. 2).

У мужчин также произошло некоторое перераспределение по степеням ожирения, но менее выраженное, чем у женщин. Доля больных, имеющих избыточную массу тела, не изменилась и составила 50% (6 из 12) как по ИМТ, так и по ИЖМ. При этом существенно увеличилось количество мужчин с ожирением 2-й степени (по ИМТ – 16,7% (2 из 12), по ИЖМ – 25% (3 из 12)). Кроме того, в соответствии с классификацией по ИЖМ 8,3% (1 из 12) мужчин были отнесены к группе с нормальной массой тела (рис. 3).

Исходя из критериев ожирения по ИМТ получено, что большее количество женщин, чем мужчин (83,3 и 50% соответственно) имели ожирение и оно было более выраженным (2-я и 3-я степень ожирения у женщин встречались в 2 раза чаще, чем у мужчин, – в 33,3 и 16,7% случаев соответственно). При использовании в качестве критерия ИЖМ количество женщин и мужчин с ожирением было сопоставимо (46,6 и 41,7% соответственно), при этом ожирение 2-й и 3-й степени у женщин выявлялось реже, чем у мужчин (6,6 и 25% соответственно) (табл. 5).

Корреляционный анализ выявил в общей группе прямую корреляцию между ИМТ и индексами жировой массы, мышечной массы, T- и Z-критериями, а также обратную корреляцию с T- и Z-критериями, скорректированными по жировой массе. У пациентов до 60 лет включительно корреляции между ИМТ и показателями, отражающими количество аппендикулярной мышечной массы, получено не было, за исключением Z-ИАТМ (ИЖМ).

Было отмечено отсутствие связи между возрастом и ИМТ в общей группе, однако у женщин старше 60 лет выявлена обратная корреляция между этими показателями ($r = -0,447$; $p = 0,013$). У более молодых пациентов возраст не коррелировал с показателями, отражающими состав тела. Кроме того, у женщин старше 60 лет выявлена обратная корреляция между ИМТ и длительностью СД ($r = -0,502$; $p = 0,005$).

У больных СД2 методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии были определены показатели, характеризующие массу мышечной ткани. Медиана ИАТМ в общей группе составила 7,99 [7,32; 9,05] кг/м², у мужчин она была закономерно выше, чем у женщин: 9,19

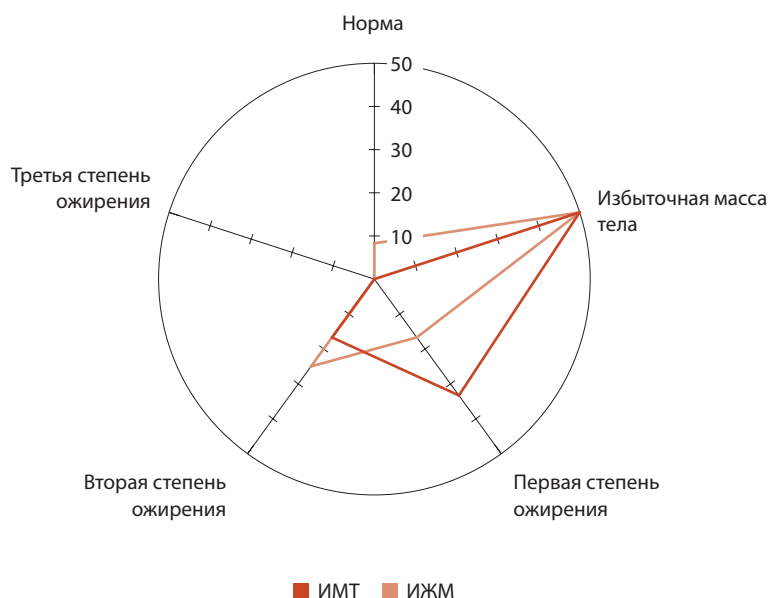


Рис. 3. Распределение мужчин с сахарным диабетом согласно классификациям по индексу массы тела (ИМТ) и индексу жировой массы (ИЖМ)

Таблица 5. Распределение пациентов с сахарным диабетом 2-го типа в группы согласно классификациям по индексу массы тела (ИМТ) и индексу жировой массы (ИЖМ) в зависимости от пола

Показатель, n (%)	ИМТ		ИЖМ	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Норма	0	0	1 (8,3)	0
Избыточная масса тела	6 (50)	5 (16,7)	6 (50)	16 (53,3)
Первая степень ожирения	4 (33,3)	15 (50)	2 (16,7)	12 (40)
Вторая степень ожирения	2 (16,7)	9 (30)	3 (25)	1 (3,3)
Третья степень ожирения	0	1 (3,3)	0	1 (3,3)
Всего	12	30	12	30

[8,42; 9,45] кг/м² и 7,58 [7,24; 8,49] кг/м² соответственно.

Медиана Т-ИАТМ составила 2,32 [1,73; 3,08], Z-ИАТМ – 2,15 [1,47; 3,54]. В исследованной выборке не было пациентов с показателями мышечной массы, удовлетворяющими критериям саркопении (Т-ИАТМ < -2), а также критериям снижения мышечной массы, связанного с возрастом (Z-ИАТМ < -1). Однако расчет Т- и Z-критериев, скорректированных по жировой массе, привел к значительному снижению медианы этих показателей (Т-ИАТМ (ИЖМ) = -33,24

[-45,85; -18,55], Z-ИАТМ (ИЖМ) = -16,75 [-24,19; -8,01]) и позволил выявить группу пациентов, соответствующих критериям саркопении (97,6%, 41 из 42). Таким образом, после коррекции Т-ИАТМ по жировой массе только у 1 пациента (мужчины) Т-ИАТМ (ИЖМ) не отвечал критериям саркопении. После коррекции Z-ИАТМ по жировой массе у 85,7% (36 из 42) обследованных выявлено значительное снижение мышечной массы, связанное с возрастом, у 14,3% (6 из 42) этот показатель соответствовал референсным значениям.

Снижение массы аппендикулярных мышц, оцененной как по Т-критерию, так и по Z-критерию, отмечалось с увеличением возраста: выявлена обратная корреляция между возрастом и Т-критерием, а также возрастом и Z-критерием (табл. 6). При делении по возрастным группам корреляция между возрастом и Z-критерием отмечена только у людей старше 60 лет, что, возможно, связано с прогрессирующим снижением мышечной массы, начиная с этого возраста. При этом корреляции между возрастом и Т-критерием ни в одной возрастной группе не отмечено.

В общей группе отмечена слабая, но статистически значимая обратная корреляция между Z-ИАТМ и длительностью СД ($r = -0,319$; $p = 0,020$), отражающая более выраженное снижение мышечной массы с возрастом по мере увеличения длительности СД.

У женщин старше 60 лет выявлены обратные корреляции между длительностью СД и ИЖМ ($r = -0,352$; $p = 0,042$), ИАТМ ($r = -0,434$; $p = 0,015$), Z-ИАТМ ($r = -0,405$; $p = 0,022$), Т-ИАТМ ($r = -0,439$; $p = 0,014$). У мужчин этой возрастной группы длительность СД обратно коррелировала только с Т-ИАТМ (ИЖМ) ($r = -0,771$; $p = 0,036$). Скорректированные по жировой массе Т- и Z-критерии не всегда коррелировали с Т- и Z-критериями, не скорректированными по этому признаку.

Обсуждение

Выявление пациентов высокого риска развития сердечно-сосудистой патологии и преждевременной смерти – крайне актуальная задача современного здравоохранения. По данным большого числа исследований, увеличение массы тела ассоциировано с риском развития СД2, сердечно-сосудистых заболеваний, а также повышения инвалидизации и смертности. В то же время существуют феномен метаболически здорового ожирения и так называемый парадокс ожирения

**Таблица 6.** Корреляции между основными показателями, отражающими состав тела, у обследуемых

Показатель		Коэффициент корреляции (<i>r</i>), достоверность (<i>p</i>)		
		в целом	до 60 лет	старше 60 лет
Возраст, годы	ИМТ, кг/м ²	$r = -0,219$ ($p = 0,082$)	$r = -0,160$ ($p = 0,319$)	$r = -0,309$ ($p = 0,045$)*
	ИАТМ, кг/м ²	$r = -0,392$ ($p = 0,005$)*	$r = 0,018$ ($p = 0,479$)	$r = -0,271$ ($p = 0,070$)
	Z-ИАТМ	$r = -0,634$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,256$ ($p = 0,223$)	$r = -0,482$ ($p = 0,003$)*
	T-ИАТМ	$r = -0,319$ ($p = 0,020$)*	$r = -0,064$ ($p = 0,426$)	$r = -0,273$ ($p = 0,069$)
	Z-ИАТМ (ИЖМ)	$r = 0,028$ ($p = 0,431$)	$r = 0,238$ ($p = 0,240$)	$r = -0,306$ ($p = 0,047$)*
	Длительность сахарного диабета, годы	$r = 0,433$ ($p = 0,002$)*	$r = 0,389$ ($p = 0,118$)	$r = 0,287$ ($p = 0,059$)
ИМТ, кг/м ²	ИЖМ, кг/м ²	$r = 0,789$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,909$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,773$ ($p = 0,000$)*
	ИАТМ, кг/м ²	$r = 0,543$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,145$ ($p = 0,335$)	$r = 0,675$ ($p = 0,000$)*
	Z-ИАТМ	$r = 0,434$ ($p = 0,002$)*	$r = -0,482$ ($p = 0,067$)	$r = 0,751$ ($p = 0,000$)*
	Z-ИЖМ	$r = 0,810$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,909$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,794$ ($p = 0,000$)*
	T-ИАТМ	$r = 0,707$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,455$ ($p = 0,08$)	$r = 0,782$ ($p = 0,000$)*
	T-ИЖМ	$r = 0,705$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,909$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,672$ ($p = 0,000$)*
	Z-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,598$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,809$ ($p = 0,001$)*	$r = -0,514$ ($p = 0,002$)*
	T-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,574$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,827$ ($p = 0,001$)*	$r = -0,472$ ($p = 0,004$)*
ИЖМ, кг/м ²	Z-ИАТМ	$r = 0,184$ ($p = 0,122$)	$r = -0,609$ ($p = 0,023$)*	$r = 0,552$ ($p = 0,001$)*
	T-ИАТМ	$r = 0,384$ ($p = 0,006$)*	$r = 0,236$ ($p = 0,242$)	$r = 0,459$ ($p = 0,005$)*
	Z-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,885$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,955$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,847$ ($p = 0,000$)*
	T-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,870$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,964$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,803$ ($p = 0,000$)*
ИАТМ, кг/м ²	Z-ИЖМ	$r = 0,174$ ($p = 0,135$)	$r = -0,018$ ($p = 0,479$)	$r = 0,315$ ($p = 0,042$)*
	T-ИЖМ	$r = 0,162$ ($p = 0,152$)	$r = -0,018$ ($p = 0,479$)	$r = 0,389$ ($p = 0,015$)*
Z-ИАТМ	Z-ИЖМ	$r = 0,199$ ($p = 0,103$)	$r = -0,609$ ($p = 0,023$)*	$r = 0,587$ ($p = 0,000$)*
	T-ИАТМ	$r = 0,753$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,391$ ($p = 0,117$)	$r = 0,818$ ($p = 0,000$)*
	T-ИЖМ	$r = 0,129$ ($p = 0,0208$)	$r = -0,609$ ($p = 0,023$)*	$r = 0,531$ ($p = 0,001$)*
	Z-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,035$ ($p = 0,412$)	$r = 0,709$ ($p = 0,007$)*	$r = -0,441$ ($p = 0,007$)*
	T-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,044$ ($p = 0,391$)	$r = 0,691$ ($p = 0,009$)*	$r = -0,417$ ($p = 0,010$)*
	Длительность сахарного диабета, годы	$r = -0,319$ ($p = 0,020$)*	$r = 0,087$ ($p = 0,400$)	$r = -0,284$ ($p = 0,061$)
Z-ИЖМ	T-ИАТМ	$r = 0,385$ ($p = 0,006$)*	$r = -0,018$ ($p = 0,479$)	$r = 0,46$ ($p = 0,05$)*
	T-ИЖМ	$r = 0,882$ ($p = 0,000$)*	$r = 1$ *	$r = 0,83$ ($p = 0,000$)*
	Z-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,889$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,955$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,857$ ($p = 0,000$)*
	T-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,860$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,964$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,778$ ($p = 0,000$)*
T-ИАТМ	T-ИЖМ	$r = 0,371$ ($p = 0,008$)*	$r = 0,236$ ($p = 0,242$)	$r = 0,514$ ($p = 0,002$)*
T-ИЖМ	Z-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,830$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,955$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,692$ ($p = 0,000$)*
	T-ИАТМ (ИЖМ)	$r = -0,908$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,964$ ($p = 0,000$)*	$r = -0,806$ ($p = 0,000$)*
Z-ИАТМ (ИЖМ)	T-ИАТМ (ИЖМ)	$r = 0,954$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,991$ ($p = 0,000$)*	$r = 0,921$ ($p = 0,000$)*
	Длительность сахарного диабета, годы	$r = 0,194$ ($p = 0,110$)	$r = 0,215$ ($p = 0,263$)	$r = 0,35$ ($p = 0,027$)*

ИМТ – индекс массы тела, ИЖМ – индекс жировой массы, ИАТМ – индекс аппендикулярной тощей массы, Z-критерий, T-критерий

* Значимые корреляции



(более низкий риск смертности у людей с начальными степенями ожирения по сравнению с людьми с нормальной массой тела). Оценка выраженности избытка массы тела и ожирения проводится на основании ИМТ согласно действующей классификации ВОЗ. При этом не учитываются такие факторы, как количество и распределение жировой массы, а также количество мышечной массы, играющие существенную роль в поддержании метаболического здоровья. Саркопеническое ожирение повышает риск сердечно-сосудистой патологии, рассчитанный по Фрамингемской шкале, гораздо сильнее, чем только саркопения или только ожирение [13]. Углубленный анализ состава тела и особенностей распределения жировой массы дает больше возможностей по сравнению с оценкой по ИМТ для выявления групп максимального риска осложнений, связанных с нарушениями метаболизма.

Метод оценки состава тела на основании двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии применяется достаточно давно, однако до сих пор нет единых подходов к его использованию для диагностики ожирения и потери мышечной массы с возрастом. В настоящее время предложены альтернативные подходы к диагностике ожирения на основании исследования количества жировой массы по ИЖМ. Так, в работе Т. Kelly и соавт. дана классификация ожирения по ИЖМ, которую мы использовали в нашем исследовании. Эта классификация создана на основе базы данных NHANES. Проведенный нами сравнительный анализ классификации пациентов на основе измерения ИМТ и ИЖМ показал, что при сходном распределении по группам в целом выявляется ряд различий. У одного мужчины была определена норма по ИЖМ (8,3%, 1 из 42), в то время как при оценке по ИМТ была диагностирована избыточная масса тела. При этом у другой группы мужчин по ИЖМ регистрировались более тяжелые степени ожирения, чем по ИМТ. У некоторых женщин по ИМТ было диагностировано ожирение, а по ИЖМ – избыточная масса тела. Полученный результат можно объяснить специфическими гендерными различиями референсных значений в классификации ожирения по ИЖМ, тогда как в классификации по ИМТ степень ожирения оценивается без учета пола. Возможно, установление диагноза по показателю ИЖМ позволило бы более точно оценить риски сердечно-сосудистых заболеваний в различных возрастных группах мужчин и женщин и на этом основании провести коррекцию терапии.

Очень важным фактором, определяющим состояние метаболизма, признано количество и качество мышечной ткани. В рутинной практике эндокринолога и терапевта этот параметр практически никогда не оценивается. Малоактивный образ жизни и старение ведут к уменьшению мышечной массы, в то время как переизбыток и высокое содержание глюкозы в крови могут приводить к нарушению восстановления миоцитов и увеличению синтеза адипоцитов, то есть к жировой инфильтрации мышц [14].

Для оценки скелетной мышечной массы по данным двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии используется измерение тощей массы аппендикулярных мышц, которая рассчитывается как сумма тощей мышечной массы в руках и ногах без включения жировой и костной массы. Для диагностики саркопии используется ИАТМ, а также Т-ИАТМ, а для диагностики возрастного снижения мышечной массы как фактора риска саркопии – Z-ИАТМ. Снижение ИАТМ происходит, как правило, у людей старше 70 лет, у пациентов с СД2 снижение этого показателя может наблюдаться раньше, в основном из-за выраженной инсулинорезистентности [5]. При этом отмечается очень большой разброс в распространенности саркопии в зависимости от используемых критериев диагностики. Средний возраст обследованных нами пациентов составил 64 [60,0; 70,0] года; исходя из этого, распространенность саркопии должна была прогнозироваться невысокой, поскольку они были моложе 70 лет. Однако пациенты имели СД2, поэтому, учитывая, что СД2 служит фактором риска саркопии, ожидалось обнаружить случаи саркопии и у пациентов до 70-летнего возраста.

К критериям саркопии относится не только снижение мышечной массы, но и уменьшение функциональных способностей и силы мышц. В связи с этим возможен вариант наличия саркопии при сохранной мышечной массе и положительных тестах на саркопию [2]. В данном случае может иметь место снижение качества мышц за счет их инфильтрации адипоцитами. Косвенно этот процесс может быть оценен при использовании скорректированного показателя Т-ИАТМ (ИЖМ), то есть после стандартизации Т-ИАТМ по жировой массе. В нашем исследовании при использовании в качестве критерия саркопии скорректированного показателя Т-ИАТМ (ИЖМ) 97,6% (41 из 42) обследованных соответствовали критерию саркопии. Увеличение распространенности саркопии при использовании скорректированного показателя Т-ИАТМ (ИЖМ) по



сравнению с нескорректированным показателем Т-ИАТМ было отмечено и другими исследователями [7].

Возможности использования Т-ИАТМ (ИЖМ) в качестве критерия саркопении должны быть подтверждены в других исследованиях на больших популяциях пациентов, также необходимы исследования, подтверждающие связь снижения Т-ИАТМ (ИЖМ) < 2 с повышением смертности и ухудшением качества жизни, как это было сделано для Т-ИАТМ и ИАТМ [2].

Анализ взаимосвязей ИМТ – основного показателя, с помощью которого сегодня определяется выраженность ожирения в рутинной практике, – с показателями, полученными посредством проведения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, выявил некоторые корреляции. Так, в общей группе больных была получена прямая корреляция между ИМТ и индексами жировой и мышечной массы. Данная корреляция очевидна, так как ИМТ учитывает массу тела в целом, включая как жировую, так и мышечную ткань. Обратная корреляция с Т- и Z-критериями, скорректированными по жировой массе, вероятно, связана с тем, что чем больше жировая масса тела, а соответственно и ИМТ, тем более выражена коррекция вычисляемого показателя, соответственно, он становится меньше. Состав тела у пациентов с СД2 имеет отличия от состава тела людей того же возраста без этого заболевания. Так, по данным S. Neshka и соавт., пациенты с СД2 (ИМТ = 35,3 ± 5,3 кг/м², возраст 58,5 ± 6,6 года) имели меньшую общую жировую массу и жировую массу ног, в то время как жировая масса туловища была больше, чем в группе контроля без СД2 (ИМТ = 30,7 ± 4,2 кг/м², возраст 55,3 ± 8,6 года) [15]. При этом мышечная масса ног также была меньше у больных СД2. Возможно, состав тела при СД2 претерпевает изменения при прогрессировании заболевания. В нашем исследовании у женщин старше 60 лет было отмечено уменьшение общей жировой массы, определенной по ИЖМ, и мышечной массы, измеренной по показателям ИАТМ, Z-ИАТМ, Т-ИАТМ, с увеличением длительности СД2. Это можно объяснить усилением активности катаболических процессов и следующим за этим снижением массы мышечной и жировой ткани с увеличением

длительности СД. В более молодой группе данных закономерностей отмечено не было, вероятно, этот процесс усиливается у больных СД2 с возрастом. У мужчин не было выявлено корреляций между длительностью СД2 и составом тела, что можно объяснить малым числом мужчин в выборке, хотя нельзя исключить некоторые гендерные различия в изменении состава тела при СД2.

Заключение

В настоящее время предложены новые параметры для оценки состава тела, рассчитанные по результатам двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. Представляет интерес возможность их применения для оценки соотношения жировой и мышечной массы, степеней ожирения, а также диагностики саркопении. В нашем исследовании использование ИЖМ для классификации ожирения позволило выявить различия в выраженности избыточного веса и ожирения в сравнении с классификацией по ИМТ у мужчин и женщин. Возможно, использование классификации по ИЖМ позволит более четко выявлять степени риска сердечно-сосудистых заболеваний в различных популяционных группах.

Исходя из оценки мышечной массы по существующим критериям саркопении, на основании ИАТМ и Т-ИАТМ не было выявлено ни одного пациента с данным диагнозом, также не было выявлено пациентов со снижением мышечной массы относительно нормы для соответствующей возрастной группы. После коррекции вышеуказанных критериев по жировой массе практически все пациенты, включенные в исследование, стали соответствовать критериям саркопении – 97,6% (41 из 42), при этом у 85,7% (36 из 42) диагностировано снижение мышечной массы относительно возрастной нормы. Возможности использования скорректированных показателей Т-ИАТМ (ИЖМ) и Z-ИАТМ (ИЖМ) в качестве критериев саркопении и снижения мышечной массы относительно возрастной нормы должны быть изучены в крупных эпидемиологических исследованиях в различных популяциях, в том числе больных СД2, с целью подтверждения связи снижения Т-ИАТМ (ИЖМ) < 2 с повышением смертности. ☺

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Финансирование

Работа выполнена без привлечения дополнительного финансирования со стороны третьих лиц.

Литература

1. Всемирная организация здравоохранения [электронный ресурс]. 2018. Доступно на: <http://www.who.int>.
2. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and



- diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23. doi: 10.1093/ageing/afq034.
3. Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, Visser M, Nevitt M, Kritchevsky SB, Tyllavsky FA, Newman AB; Health, Aging and Body Composition Study. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(5):769–74. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01140.x.
 4. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, Simonick EM, Tyllavsky FA, Visser M, Newman AB. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(10):1059–64.
 5. Мисникова ИВ, Ковалева ЮА, Климина НА. Саркопеническое ожирение. *Русский медицинский журнал*. 2017;25(1):24–9.
 6. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One*. 2009;4(9):e7038. doi: 10.1371/journal.pone.0007038.
 7. Weber D, Long J, Leonard MB, Zemel B, Baker JF. Development of Novel Methods to Define Deficits in Appendicular Lean Mass Relative to Fat Mass. *PLoS One*. 2016;11(10):e0164385. doi: 10.1371/journal.pone.0164385.
 8. Gusmao-Sena MH, Curvello-Silva K, Barreto-Medeiros JM, Da-Cunha-Daltro CH. Association between sarcopenic obesity and cardiovascular risk: where are we? *Nutr Hosp*. 2016;33(5):592. doi: 10.20960/nh.592.
 9. Sengul Aycicek G, Sumer F, Canbaz B, Kara O, Ulger Z. Sarcopenia evaluated by fat-free mass index in patients with chronic heart failure. *Eur J Intern Med*. 2015;26(8):e34. doi: 10.1016/j.ejim.2015.05.016.
 10. Kendler DL, Borges JL, Fielding RA, Itabashi A, Krueger D, Mulligan K, Camargos BM, Sabowitz B, Wu CH, Yu EW, Shepherd J. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. *J Clin Densitom*. 2013;16(4):496–507. doi: 10.1016/j.jocd.2013.08.020.
 11. Coin A, Sarti S, Ruggiero E, Giannini S, Pedrazzoni M, Minisola S, Rossini M, Del Puente A, Inelmen EM, Manzato E, Sergi G. Prevalence of sarcopenia based on different diagnostic criteria using DEXA and appendicular skeletal muscle mass reference values in an Italian population aged 20 to 80. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14(7):507–12. doi: 10.1016/j.jamda.2013.02.010.
 12. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):889–96. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x.
 13. Byeon CH, Kang KY, Kang SH, Bae EJ. Sarcopenia is associated with Framingham risk score in the Korean population: Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2010–2011. *J Geriatr Cardiol*. 2015;12(4):366–72. doi: 10.11909/j.issn.1671-5411.2015.04.007.
 14. Безденежных АВ, Сумин АН. Саркопения: распространенность, выявление и клиническое значение. *Клиническая медицина*. 2012;90(10):16–23.
 15. Heshka S, Ruggiero A, Bray GA, Foreyt J, Kahn SE, Lewis CE, Saad M, Schwartz AV; Look AHEAD Research Group. Altered body composition in type 2 diabetes mellitus. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(5):780–7. doi: 10.1038/sj.ijo.0803802.

References

1. World Health Organization [Internet]. 2018. Available from: <http://www.who.int>.
2. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Roland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23. doi: 10.1093/ageing/afq034.
3. Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, Visser M, Nevitt M, Kritchevsky SB, Tyllavsky FA, Newman AB; Health, Aging and Body Composition Study. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(5):769–74. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01140.x.
4. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, Simonick EM, Tyllavsky FA, Visser M, Newman AB. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(10):1059–64.
5. Misnikova IV, Kovaleva YuA, Klimina NA. Sarcopenic obesity. *Russian Medical Journal*. 2017;25(1):24–9. Russian.
6. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One*. 2009;4(9):e7038. doi: 10.1371/journal.pone.0007038.
7. Weber D, Long J, Leonard MB, Zemel B, Baker JF. Development of Novel Methods to Define Deficits in Appendicular Lean Mass Relative to Fat Mass. *PLoS One*. 2016;11(10):e0164385. doi: 10.1371/journal.pone.0164385.
8. Gusmao-Sena MH, Curvello-Silva K, Barreto-Medeiros JM, Da-Cunha-Daltro CH. Association between sarcopenic obesity and cardiovascular risk: where are we? *Nutr Hosp*. 2016;33(5):592. doi: 10.20960/nh.592.
9. Sengul Aycicek G, Sumer F, Canbaz B, Kara O, Ulger Z. Sarcopenia evaluated by fat-free mass index in patients with chronic heart failure. *Eur J Intern Med*. 2015;26(8):e34. doi: 10.1016/j.ejim.2015.05.016.
10. Kendler DL, Borges JL, Fielding RA, Itabashi A, Krueger D, Mulligan K, Camargos BM, Sabowitz B, Wu CH, Yu EW, Shepherd J. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. *J Clin Densitom*. 2013;16(4):496–507. doi: 10.1016/j.jocd.2013.08.020.
11. Coin A, Sarti S, Ruggiero E, Giannini S, Pedrazzoni M, Minisola S, Rossini M, Del Puente A, Inelmen EM, Manzato E, Sergi G. Prevalence of sarcopenia based on different diagnostic criteria using DEXA and appendicular skeletal muscle mass reference values in an Italian population aged 20 to 80. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14(7):507–12. doi: 10.1016/j.jamda.2013.02.010.
12. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(5):889–96. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x.
13. Byeon CH, Kang KY, Kang SH, Bae EJ. Sarcopenia is associated with Framingham risk score in the Korean population: Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2010–2011. *J Geriatr Cardiol*. 2015;12(4):366–72. doi: 10.11909/j.issn.1671-5411.2015.04.007.
14. Bezdenezhnykh AV, Sumin AN. Sarcopenia: prevalence, detection, clinical significance. *Clinical Medicine*. 2012;90(10):16–23. Russian.
15. Heshka S, Ruggiero A, Bray GA, Foreyt J, Kahn SE, Lewis CE, Saad M, Schwartz AV; Look AHEAD Research Group. Altered body composition in type 2 diabetes mellitus. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(5):780–7. doi: 10.1038/sj.ijo.0803802.



Assessment of muscle and fat mass in type 2 diabetes mellitus patients by dual-energy X-ray absorptiometry

I.V. Misnikova¹ • Yu.A. Kovaleva¹ • N.A. Klimina¹ • E.Yu. Polyakova¹

Background: Obesity is an important health problem, as its prevalence has reached an epidemic level and continues to increase steadily resulting in higher risk of cardiovascular diseases and metabolic disorders. Currently, new methods and criteria are being developed to assess fat and muscle mass, as well as criteria for diagnosing obesity and sarcopenia. **Aim:** To assess the quantitative composition of muscle and adipose tissue in type 2 diabetes mellitus patients based on the dual-energy X-ray absorptiometry for the diagnosis of obesity and sarcopenia. **Materials and methods:** We examined 42 type 2 diabetic in-patients admitted to the Department of Therapeutic Endocrinology. Dual-energy X-ray absorptiometry was performed in all patients with subsequent assessment of the composition of muscle and fat tissue. **Results:** If assessed by the body mass index, all patients had an excess body weight: median, 32.25 [29.75; 35.70]; in men, 31.3 [28.19; 34.63], in women, 32.29 [30.26; 36.54]. 26.2% of the patients (11/42) were overweight, but not obese. Female patients had more severe obesity than male (in total, 33.3% (10/30) of women had 2nd and 3rd degree of obesity, while men 16.7% (2/12)). The assessment by the fat mass index (FMI) showed that 2.4% (1/42) of the patients were normal-weight. Median FMI was 11.91 [10.40; 13.78] (in men, 8.86 [7.46; 12.1], in women, 12.35 [11.55; 15.47]). Overweight was found in 52.4% (22/42) of the patients; in total, 2nd and 3rd degree of obesity was observed in 25% (3/12) of the men and only in 6.6% (2/30) of the women. Median Appendicular Lean Mass Index (ALMI) in the total group was 7.99 [7.32; 9.05], being expectedly higher than in women: 9.19 [8.42; 9.45] and 7.58 [7.24; 8.49], respectively. Median T-score ALMI was 2.32

[1.73; 3.08], Z-score ALMI 2.15 [1.47; 3.54]. In general, there was a decrease in the appendicular muscle mass with age. There was an inverse correlation between the age and T-score ALMI ($r = -0.319$, $p = 0.020$), as well as between the age and Z-score ALMI ($r = -0.634$, $p = 0.000$). According to the results of T-score ALMI and Z-score ALMI, there were no patients with sarcopenia. However, the calculation of the T- and Z-criteria, corrected for fat mass, has led to a significant decrease of the medians of these parameters and allowed to identify a group of patients meeting the criteria of sarcopenia (97.6%, 41/42). **Conclusion:** Based on ALMI, T-ALMI, and Z-ALMI, there were no patients with sarcopenia. After these criteria were corrected for fat mass, the number of such patients increased to 97.6% (41/42) and 85.7% (36/42), respectively. The potential use of the adjusted T-ALMI (FMI) and Z-ALMI (FMI) as criteria for sarcopenia and muscle mass reduction compared to the age-related normal values, as well as the classification of obesity by FMI should be studied in large epidemiological studies in different populations.

Key words: sarcopenia, obesity, body composition, body mass index, fat mass index, appendicular lean mass index

For citation: Misnikova IV, Kovaleva YuA, Klimina NA, Polyakova EYu. Assessment of muscle and fat mass in type 2 diabetes mellitus patients by dual-energy X-ray absorptiometry. Almanac of Clinical Medicine. 2018;46(3):222–32. doi: 10.18786/2072-0505-2018-46-3-222-232.

Received 5 February 2018; accepted 15 February 2018

Inna V. Misnikova – MD, PhD, Professor, Chair of Endocrinology, Postgraduate Training Faculty; Leading Research Fellow, Department of Therapeutic Endocrinology¹

✉ 61/2–9 Shchepkina ul., Moscow, 129110, Russian Federation. Tel.: +7 (495) 688 93 95.

E-mail: inna-misnikova@mail.ru

Yuliya A. Kovaleva – MD, PhD, Senior Research Fellow, Department of Therapeutic Endocrinology¹

Natal'ya A. Klimina – MD, Postgraduate Student, Chair of Endocrinology, Postgraduate Training Faculty¹

Elena Yu. Polyakova – MD, Research Fellow, Department of Radiology¹

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

¹ Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI); 61/2 Shchepkina ul., Moscow, 129110, Russian Federation