

Роль биоимпедансного статуса в диагностике пресаркопии у пациентов пожилого и старческого возраста с сахарным диабетом 2-го типа

Р.Н. Обьедков^{✉1}, Е.И. Дедов^{1,2}, И.Г. Пшенникова^{2,3}

¹ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Пироговский Университет), Москва, Россия;

²ГБУЗ «Городская клиническая больница им. В.М. Буянова» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия;

³ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия

Аннотация

Обоснование. Определение скелетно-мышечной массы (СММ) с помощью биоимпедансного анализа состава тела (БИАСТ) – общепризнанный метод для диагностики саркопии. По мере накопления данных происходят альтернативные возможности для ее диагностики, в частности определение фазового угла (ФУ) и других параметров БИАСТ.

Цель. Определить показатели БИАСТ, по данным которых возможно прогнозирование пресаркопии у лиц пожилого и старческого возраста с сахарным диабетом 2-го типа (СД 2).

Материалы и методы. Проведено одномоментное одноцентровое кросс-секционное исследование пациентов старше 60 лет, госпитализированных в эндокринологическое отделение ГБУЗ «ГКБ им. В.М. Буянова» в связи с декомпенсацией СД 2. При госпитализации для выявления синдрома саркопии использовали опросник Sarcopenia Fast: пациенты, набравшие более 4 баллов, были включены в основной этап исследования для выявления саркопии согласно консенсусу Европейской рабочей группы по саркопии у пожилых людей. Статистическую обработку осуществляли с использованием пакета программ SPSS Statistics 23.

Результаты. У пациентов с пресаркопией отмечались более высокие средние значения жировой массы ($p=0,037$), тогда как уровни удельного основного обмена ($p=0,0001$), активной клеточной массы – АКМ ($p=0,002$), ФУ ($p=0,0001$), СММ ($p=0,003$) и доли СММ – дСММ ($p=0,002$) были значительно ниже у пациентов с пресаркопией, в отличие от людей без нее. Диагностическая значимость полученных факторов риска путем бинарной логистической регрессии оценена с помощью ROC-анализа. Площадь под ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи объединенных параметров БИАСТ: ФУ, СММ, дСММ, АКМ, и вероятность исхода p составили $0,772 \pm 0,04$. Пороговое значение вероятности p в точке cut-off составляла 0,54. Значения p , равные или превышающие данное значение, соответствовали прогнозу наличия пресаркопии. Чувствительность и специфичность составили 78,2 и 66,7% соответственно с 95% доверительным интервалом 0,694–0,85.

Заключение. В проведенном исследовании выделены универсальные границы как для мужчин, так и для женщин показателей ФУ, СММ, дСММ, АКМ, вошедшие в прогностическую модель для диагностики пресаркопии у пациентов с СД 2. Наличие информации о пороговых значениях основных показателей биоимпедансного состава тела у пациентов с пресаркопией и СД 2 существенно расширяет исследовательские и диагностические возможности в медицине старения. Интерпретация этих данных перспективна и в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: пресаркопия, сахарный диабет 2-го типа, фазовый угол, биоимпедансное исследование

Для цитирования: Обьедков Р.Н., Дедов Е.И., Пшенникова И.Г. Роль биоимпедансного статуса в диагностике пресаркопии у пациентов пожилого и старческого возраста с сахарным диабетом 2-го типа. Consilium Medicum. 2025;27(4):246–251. DOI: 10.26442/20751753.2025.4.203313 © ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2025 г.

Введение

В основе биоимпедансного анализа состава тела (БИАСТ) лежит определение электрического сопротивления различных тканей, включающее активное и реактивное. Этот процесс обусловлен прохождением через ткани тока низкого напряжения: потоком примерно 800 мкА и частотой, как правило, 50 кГц [1, 2]. При этом реактивное сопротивление определяется общим емкостным сопротивлением всех клеточных мембран, расположенных на пути измерительного тока, а активное сопротивление складывается из электрических сопротивлений всех жидкостей, через которые проходит электрический ток [3]. При помощи БИАСТ определяется композитный состав тела человека, включающий следующие параметры: жировую массу (ЖМ), тощую (безжировую) массу (ТМ), активную клеточную массу (АКМ), скелетно-мышечную

массу (СММ), удельный основной обмен (УОО), фазовый угол (ФУ) [4].

Главные преимущества БИАСТ – распространенность диагностического оборудования, не требующего обучения специализированного персонала, и возможность в течение нескольких минут получить результаты исследования [5]. В связи с этим данный метод является одним из основных в диагностике саркопии как в Европейской рабочей группе по саркопии у пожилых людей (European Working Group on Sarcopenia in Older People – EWGSOP2, 2019 г.), так и в Азиатской рабочей группе по диагностике саркопии [6, 7]. При помощи уравнения Sergi с подстановкой в него параметров реактивного и электрического сопротивления происходит определение аппендикулярной СММ (АСММ) и ее индекса [6]. Снижение индекса АСММ до показателей менее $5,5 \text{ кг/м}^2$ для женщин и 7 кг/м^2 для муж-

Информация об авторах / Information about the authors

Обьедков Руслан Николаевич – ординатор каф. госпитальной терапии им. акад. Г.И. Сторожакова лечебного фак-та ФГАУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» (Пироговский Университет). E-mail: rn.obedkov98@gmail.com

Дедов Евгений Иванович – д-р мед. наук, проф. каф. госпитальной терапии им. акад. Г.И. Сторожакова лечебного фак-та ФГАУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» (Пироговский Университет), врач-ревматолог ГБУЗ «ГКБ им. В.М. Буянова»

Пшенникова Ирина Геннадьевна – врач-эндокринолог, зав. эндокринологическим отд-нием ГБУЗ «ГКБ им. В.М. Буянова», ассистент кафедры эндокринологии Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ

Ruslan N. Obedkov – Resident, Pirogov Russian National Research Medical University. E-mail: rn.obedkov98@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8689-6623

Evgeny I. Dedov – D. Sci. (Med.), Pirogov Russian National Research Medical University, Buyanov City Clinical Hospital. ORCID: 0000-0002-9118-3708

Irina G. Pshennikova – endocrinologist, Department Head, Buyanov City Clinical Hospital, BIOTECH University. ORCID: 0009-0005-0776-0955

The role of bioimpedance status in the diagnosis of presarcopenia in elderly and elderly patients with type 2 diabetes mellitus

Ruslan N. Obedkov^{✉1}, Evgeny I. Dedov^{1,2}, Irina G. Pshennikova^{2,3}

¹Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), Moscow, Russia;

²Buyanov City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

³BIOTECH University, Moscow, Russia

Abstract

Background. Determination of skeletal muscle mass (SMM) for the diagnosis of sarcopenia using bioimpedance analysis of body composition (BIAS) is a well-recognised method. However, as data are accumulating, alternative possibilities for its diagnosis are occurring, particularly the determination of phase angle (PA) and other BIAS parameters.

Aim. To determine BIAS parameters, which can be used to predict presarcopenia in elderly and senile individuals with type 2 diabetes mellitus (2 DM).

Materials and methods. A one-stage single-centre cross-sectional study of patients over 60 years old hospitalized in the endocrinological department of Buyanov City Clinical Hospital due to decompensation of 2 DM was carried out. During hospitalisation, the Sarcopenia Fast questionnaire was used to detect sarcopenia syndrome, patients with more than 4 points were included in the main stage of the study to detect sarcopenia according to the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 Consensus. Statistical processing was performed using the SPSS Statistics 23 software package.

Results. Patients with presarcopenia had higher mean values of fat mass (FM) ($p=0.037$), whereas levels of specific basal metabolic rate (SBM) ($p=0.0001$), active cell mass (ACM) ($p=0.002$), PA ($p=0.0001$), SMM ($p=0.003$) and SMM fraction (fSMM) ($p=0.002$) were significantly lower in patients with presarcopenia than in patients without presarcopenia. The diagnostic significance of the derived risk factors by binary logistic regression was assessed by ROC analysis. The area under the ROC curve corresponding to the relationship between the combined BIAS parameters: PA, SMM, fSMM, ACM, and probability of outcome p was 0.772 ± 0.04 . The threshold probability p -value at the cut-off point was 0.54. P -values equal to or greater than these values were consistent with predicting the presence of presarcopenia. Sensitivity and specificity were 78.2 and 66.7 respectively with 95% confidence interval 0.694–0.85.

Conclusion. The study has identified universal boundaries for both men and women, FU, SMM, dSMM, ACM, which are included in the prognostic model for the diagnosis of presarcopenia in patients with 2 DM. The availability of information on the threshold values of the main bioimpedance indicators of body composition in patients with presarcopenia and 2 DM significantly expands research and diagnostic opportunities in aging medicine. Interpretation of these data is promising for further studies.

Keywords: presarcopenia, type 2 diabetes mellitus, phase angle, bioimpedance study

For citation: Obedkov RN, Dedov EI, Pshennikova IG. The role of bioimpedance status in the diagnosis of presarcopenia in elderly and elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *Consilium Medicum*. 2025;27(4):246–251. DOI: 10.26442/20751753.2025.4.203313

чин – пороговые значения, ниже которых диагностируется саркопения [6]. В ряде исследований подтверждается возможность использования ФУ как основного интегрального показателя состава тела человека – параметра для определения саркопии [8, 9].

Саркопения и сахарный диабет 2-го типа (СД 2) являются заболеваниями, ассоциированными со старением организма человека [10]. Саркопения представляет собой процесс потери мышечной функции, мышечной массы, физической работоспособности организма [6]. На основании этого по определению EWGSOP2 выделены 3 стадии саркопии: пресаркопения (снижена мышечная функция), саркопения (снижены мышечная функция и масса) и тяжелая саркопения (снижены все 3 показателя) [6].

В настоящее время саркопения рассматривается как новое осложнение СД, приводящее не только к ухудшению качества жизни, но и повышенному риску инвалидизации и смерти пациентов [11]. Немногочисленные исследования, направленные на изучение промежуточной стадии саркопии – пресаркопии, которая представляет собой тот этап, когда мышечные резервы только начинают снижаться, что позволило бы на ранних стадиях внести коррекцию в этот процесс. Раннее выявление пресаркопии и замедление их прогрессирования позволяют достичь и реализовать концепцию активного здорового старения, продлить период высокой физической, функциональной и когнитивной активности.

Цель исследования – определить показатели БИАСТ, по данным которых возможно прогнозирование пресаркопии у лиц пожилого и старческого возраста с СД 2.

Материалы и методы

Проведено одноцентровое одномоментное кросс-секционное исследование пациентов старше 60 лет, госпитализи-

рованных в эндокринологическое отделение ГБУЗ «ГКБ им. В.М. Буянова» в связи с декомпенсацией углеводного обмена. При госпитализации для выявления синдрома саркопии использовали опросник Sarcopenia Fast (SARC-F): пациенты, набравшие более 4 баллов, были включены в основной этап исследования для выявления саркопии согласно консенсусу EWGSOP 2.

За период наблюдения опрошены 232 человека, а в исследование включены 147 (63,3%), составивших общую группу с диагнозом СД 2. Медиана возраста составила $70,0 \pm 8,0$ года, из них 112 (76%) пациентов женского пола и 35 (24%) мужского.

Диагноз СД 2 установлен в соответствии с критериями «Алгоритмов специализированной помощи больным с сахарным диабетом» (11-й выпуск, 2023 г.) [12]. Саркопения диагностировалась при помощи диагностических критериев EWGSOP2 [6]:

1. Измерение силы рук оценивали в килограммах посредством сжатия кистевого динамометра ДК-50. Пациентам, находившимся в положении сидя и с отведенной на 90° рукой, стандартно давали 3 попытки на каждую руку, засчитывался лучший результат. Пороговыми значениями являлись снижение мышечной силы у мужчин менее 27 кг, а у женщин – менее 16 кг по результатам кистевой динамометрии.
2. Композитный состав тела определяли при помощи анализа биоэлектрического импеданса на аппарате «МЕДАСС-1» с возможностью проведения тетраполярного исследования по областям тела. Исследование производили утром, натощак, пациентов укладывали на кушетку, на правые и левые конечности (кисти и стопы – место установки электродов строго регламентировано: измерительные электроды в области сочленения лучезапястного и голеностопного суста-

Таблица 1. Сравнительная характеристика показателей БИАСТ у пациентов с пресаркопенией

Показатель	Группа				p
	с пресаркопенией (n=87)		без пресаркопенией (n=60)		
	Me	Q1–Q3	Me	Q1–Q3	
ЖМ, кг	26,2	19,6–36,8	22,8	19,6–36,8	0,037*
ТМ, кг	60,4	52,5–67	63,5	56,1–70,3	0,254
АКМ, кг	32,7	28,1–42,1	40,5	31,7–47,5	0,002*
дАКМ, %	53,7	51,4–65,4	66,6	57,8–67,4	0,0001*
УОО, ккал/м² в сутки	871,9	811,2–975,8	966,8	898,1–1062,2	0,0001*
ОЖ, кг	43,3	37,4–48,9	46,4	41,1–51,5	0,11
ВКЖ, кг	17,8	16,3–21,1	19,3	17,9–21,6	0,36
ФУ, °	5,9	5,5–8,9	9,2	6,8–9,5	0,0001*
СММ, кг	27,8	23,8–32,5	33,9	27,8–38,5	0,003*
дСММ, %	45,8	43,4–48,6	49,9	45,8–57,9	0,002*

*Различия между сравниваемыми параметрами статистически значимы.

*Различия между сравниваемыми параметрами статистически значимы.

вов соответственно, токовый – на 4–5 см дистально от измерительного) устанавливали самоклеящиеся биоадегзивные электроды фирмы FIAB. Для проверки исправности оборудования использовали поверочное устройство биоимпедансного анализатора. В ходе исследования производили оценку ЖМ, ТМ, АКМ, СММ и ее доли (дСММ), УОО, общей жидкости (ОЖ), внеклеточной жидкости (ВКЖ). Для расчета АСММ и индекса АСММ использовали формулу Sergi. Критериями низкой мышечной массы согласно EWGSOP (2019 г.) [6] являлись значения индекса скелетной массы <7,0 кг/м² для мужчин и <5,5 кг/м² для женщин.

- При помощи Краткого комплекса тестов физической работоспособности (Short Physical Performance Battery – SPPB) проводили исследование мышечной функции, которое включает следующие параметры: определение скорости 4-метровой ходьбы, тест вставания со стула и 5-кратный подъем со стула с отсчетом времени, а также 10-секундные тесты на равновесие (положение ног бок о бок, полутандем и полный тандем).

В отличие от алгоритма EWGSOP2 2019 г. тест SPPB проводили всем участникам исследования физической работоспособности.

Определены критерии включения:

- возраст старше 60 лет;
- установленный диагноз СД 2;
- наличие признаков саркопении по результатам опросника SARC-F.

Критерии невключения:

- пациенты с СД 1;
- наличие тяжелых острых и хронических осложнений, вызванных СД: диабетического кетоацидоза, гипергликемического гиперосмолярного статуса, диабетической стопы;
- тяжелое течение различных инфекций, опухолей, расстройств нервной, иммунной системы, наличие психических заболеваний;
- отсутствие автономной активности, низкие когнитивные функции или неспособность к продуктивному взаимодействию;
- значительная потеря массы тела (>5%) в течение последних 3 мес;
- отказавшиеся от участия в исследовании.

Статистический анализ данных выполняли с применением статистического пакета SPSS Statistics 23.0. Проводили проверку нормальности распределения выборки с помощью критериев Колмогорова–Смирнова и Лиллиефорса, гистограмм распределения, показателей асимметрии и эксцесса. Для нормально распределенных параметров использовали среднее арифметическое со стандартным отклонением (M±SD). Для асимметричных распределений применяли расчет медианы, нижнего и верхнего квартилей

(Me [LQ; UQ]) и непараметрические методы анализа данных. Сравнения межгрупповых различий осуществляли с использованием парного t-критерия Стьюдента, критерия Манна–Уитни. Производили бинарный логистический регрессионный анализ с построением ROC-кривых, изучением чувствительности, специфичности, информативности и надежности полученных моделей риска развития пресаркопении. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Среди 232 пациентов, госпитализированных с СД 2, у 147 человек результат опросника SARC-F превышал 4 балла, общая распространенность саркопении составила 37,5% от числа госпитализированных пациентов (87 человек), причем у этой доли больных диагностирована пресаркопения, пациентов с саркопенией и тяжелой саркопенией в выборке не выявлено. При этом пресаркопению в когорте гораздо чаще наблюдали у женщин (70 пациенток или 80% больных пресаркопенией), тогда как у мужчин она выявлялась в 20% случаев (17 человек).

У пациентов с пресаркопенией отмечались более высокие средние значения ЖМ ($p=0,037$), тогда как уровни УОО ($p=0,0001$), АКМ ($p=0,002$), ФУ ($p=0,0001$), СММ ($p=0,003$) и дСММ ($p=0,002$) были значительно ниже у пациентов с пресаркопенией, в отличие от людей без нее. Различия по ТМ, ОЖ, ВКЖ были статистически не значимы (табл. 1).

При проведении корреляционного анализа установлены статистически значимые корреляционные связи ФУ как основного интегрального показателя композитного состава тела человека с АКМ ($r_{xy}=0,633$; $p=0,0001$), дАКМ ($r_{xy}=0,932$; $p=0,0001$), ВКЖ ($r_{xy}=0,174$; $p=0,035$), СММ ($r_{xy}=0,313$; $p=0,0001$), дСММ ($r_{xy}=0,35$; $p=0,0001$). Статистически значимых корреляционных связей между ФУ и ЖМ ($r_{xy}=-0,092$; $p=0,268$), ТМ ($r_{xy}=0,16$; $p=0,052$), ОЖ ($r_{xy}=0,15$; $p=0,07$) не обнаружено (табл. 2).

В ходе оценки зависимости наличия пресаркопении от показателей БИАСТ путем логистической регрессии получена следующая зависимость:

$$P = 1 / (1 + e^{-Z}) \times 100\%, \\ Z = 12,6 + 1,16 \times X_{\text{ФУ}} + 0,37 \times X_{\text{СММ}} - 0,36 \times X_{\text{АКМ}} - 0,24 X_{\text{дСММ}},$$

где P – вероятность пресаркопении (%), $X_{\text{ФУ}}$ – фазовый угол (°), $X_{\text{СММ}}$ – скелетно-мышечная масса (кг), $X_{\text{АКМ}}$ – активная клеточная масса, $X_{\text{дСММ}}$ – доля скелетно-мышечной массы. Полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p < 0,001$). Исходя из значений коэффициента детерминации Найджелкерка модель определяет 26,6% дисперсии вероятности развития пресаркопении.

Исходя из значений регрессионных коэффициентов ФУ и СММ имеют прямую связь с вероятностью развития пре-

Таблица 2. Корреляционная матрица основных показателей БИАСТ

Показатель	Коэффициент ранговой корреляции									
	ЖМ, кг	ТМ, кг	АКМ, кг	ДАКМ, %	УОО, ккал/м ² в сутки	ОЖ, кг	ВКЖ, кг	ФУ, °	СММ, кг	дСММ, %
ЖМ, кг	1	0,169/ 0,041/	0,044/ 0,594	-0,133/ 0,107	-0,378/ 0,0001	0,148/ 0,074	0,15/ 0,069	-0,092/ 0,268	-0,243/ 0,003	0,389/ 0,0001
ТМ, кг	0,169/ 0,041	1	0,839/ 0,0001	0,146/ 0,078	0,295/ 0,0001	0,921/ 0,0001	0,639/ 0,0001	0,16/ 0,052	0,542/ 0,0001/	-0,172/ 0,037
АКМ, кг	0,044/ 0,594	0,839/ 0,0001	1	0,646/ 0,0001	0,694/ 0,0001	0,779/ 0,0001	0,566/ 0,0001	0,633/ 0,0001	0,548/ 0,0001	0,012/ 0,884
ДАКМ, %	-0,133/ 0,107	0,146/ 0,078	0,646/ 0,0001	1	0,827/ 0,0001	0,15/ 0,069	0,188/ 0,022	0,932/ 0,0001	0,378/ 0,0001	0,346/ 0,0001
УОО, ккал/м ² в сутки	-0,378/ 0,0001	0,295/ 0,0001	0,694/ 0,0001	0,827/ 0,0001	1	0,29/ 0,0001	0,128/ 0,122	0,788/ 0,0001	0,345/ 0,0001	0,161/ 0,052
ОЖ, кг	0,148/ 0,074	0,921/ 0,0001	0,779/ 0,0001	0,15/ 0,069	0,29/ 0,0001	1	0,432/ 0,0001	0,15/ 0,07	0,52/ 0,0001	-0,145/ 0,081
ВКЖ, кг	0,15/ 0,069	0,639/ 0,0001	0,566/ 0,0001	0,188/ 0,022	0,128/ 0,122	0,432/ 0,0001	1	0,174/ 0,035	0,671/ 0,0001	0,35/ 0,0001
ФУ, °	-0,092/ 0,268	0,16/ 0,052	0,633/ 0,0001	0,932/ 0,0001	0,788/ 0,0001	0,15/ 0,07	0,174/ 0,035	1	0,313/ 0,0001	0,35/ 0,0001
СММ, кг	-0,243/ 0,003	0,542/ 0,0001/	0,548/ 0,0001	0,378/ 0,0001	0,345/ 0,0001	0,52/ 0,0001	0,671/ 0,0001	0,313/ 0,0001	1	0,681/ 0,0001
дСММ, %	0,389/ 0,0001	-0,172/ 0,037	0,012/ 0,884	0,346/ 0,0001	0,161/ 0,052	-0,145/ 0,081	0,262/ 0,001	0,35/ 0,0001	0,681/ 0,0001	1

саркопении. Увеличивают риск развития пресаркопении: снижение ФУ на 1° – в 3,19 раза (95% доверительный интервал – ДИ 1,27–7,97), снижение СММ на 1 кг – в 1,45 раза (95% ДИ 1,11–1,9), снижение дСММ на 1% – в 1,27 раза (95% ДИ 0,68–0,92), снижение АКМ на 1 кг – в 1,43 раза (95% ДИ 0,54–0,89); рис. 1.

Диагностическая значимость полученных факторов риска путем бинарной логистической регрессии оценена с помощью анализа рабочей характеристики приемника (Receiver Operating Characteristic – ROC). Площадь под ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи объединенных параметров БИАСТ: ФУ, СММ, дСММ, АКМ, и вероятность исхода составили $0,772 \pm 0,04$. Пороговое значение вероятности p в точке cut-off составляло 0,54. Значения p , равные или превышающие данные значения, соответствовали прогнозу наличия пресаркопении. Чувствительность и специфичность составили 78,2 и 66,7% соответственно с 95% ДИ 0,694–0,85 (рис. 2).

Для определения пороговых границ ФУ, СММ, дСММ, АКМ проведен ROC-анализ. Площадь под ROC-кривой (area under the curve – AUC), соответствующей прогнозу пресаркопении и ФУ, составила $0,714 \pm 0,044$ с 95% ДИ 0,627–0,8 с пороговым значением в точке cut-off 6,61 с чувствительностью 80% и специфичностью 62,1%, СММ – 0,694 с 95% ДИ 0,609–0,68 с пороговым значением в точке cut-off 32,9 кг с чувствительностью 75,9% и специфичностью 65%, дСММ – 0,716 с 95% ДИ 0,631–0,801 с пороговым значением в точке cut-off 47,9 с чувствительностью 68,3% и специфичностью 69%, АКМ – 0,648 с 95% ДИ 0,558–0,738 с пороговым значением в точке cut-off 36,8 с чувствительностью 65% и специфичностью 59,8%. Полученные модели были статистически значимы ($p=0,001$); рис. 3.

Обсуждение

Исследования, посвященные изучению биоимпедансного статуса у пациентов с саркопенией, многочисленны, однако их данные вариабельны, что напрямую связано с различной соматической патологией, расовой и половой принадлежностью, различными стадиями саркопении пациентов, включенных в исследования [11]. При этом с каждым годом множится число публикаций, в которых описываются альтернативные – менее затратные, быстро воспроизводимые – методики диагностики саркопении

Рис. 1. Предикторы пресаркопении по данным БИАСТ.

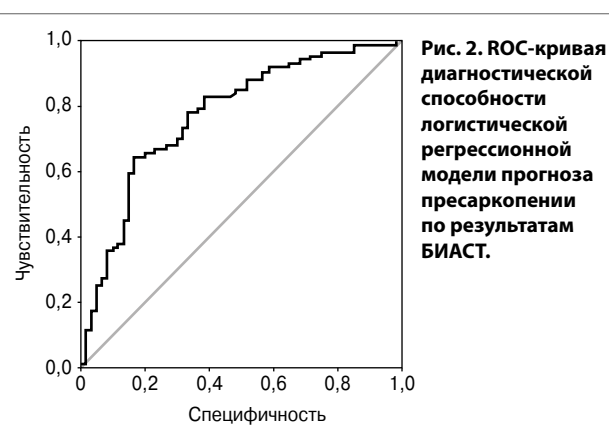
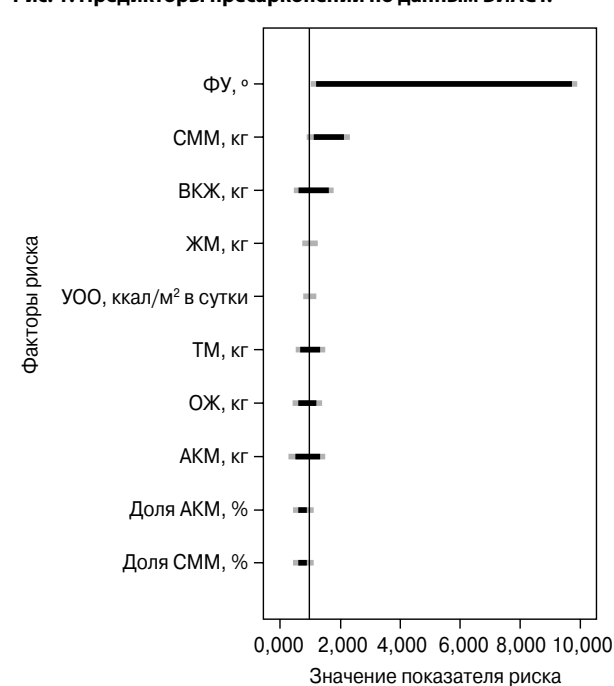
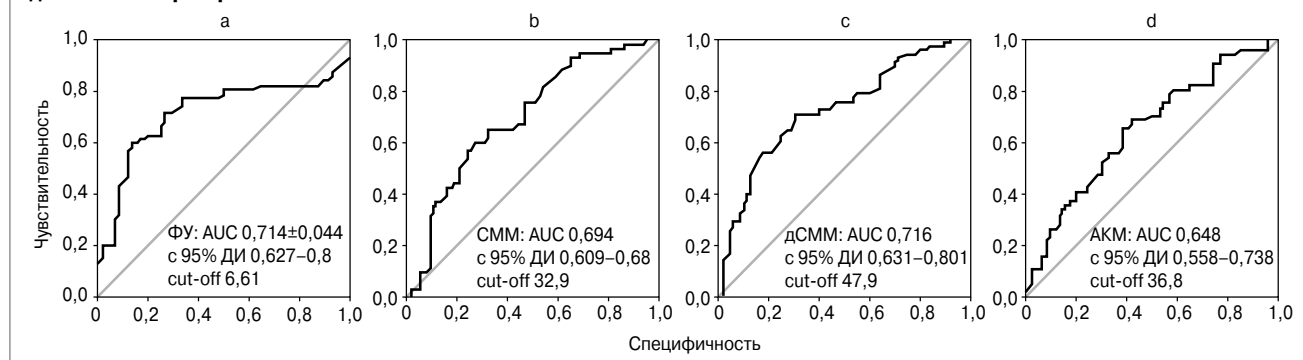


Рис. 2. ROC-кривая диагностической способности логистической регрессионной модели прогноза пресаркопении по результатам БИАСТ.

Рис. 3. ROC-кривая соответствия пороговых границ чувствительности и специфичности ФУ (а), СММ (b), дСММ (с), АКМ (d) для диагностики пресаркопении.



с помощью импедансного анализа, в частности основанные на определении ФУ как прогностического и диагностического фактора риска саркопении. Однако данных по определению биоимпедансного статуса, в том числе с формированием прогностических моделей, у пациентов европеоидной расы с пресаркопенией и СД 2 не получено.

S. Hirose и соавт. на основании проведенного анализа пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями считают, что ФУ является полезным предиктором в диагностике саркопении, диагностические границы которого составили 4,55° для женщин и 4,25° для мужчин [13]. Вместе с тем математическая модель, предложенная G. de Amorim и соавт., включавшая ФУ, интерлейкин-6 и креатинин, позволяла прогнозировать саркопению у пациентов с недиализной хронической болезнью почек [14].

Исследования пожилых людей, проведенные в Японии и Польше, показали, что ранний риск саркопении тесно связан с ФУ, а оптимальная точка отсечения для диагностирования саркопении составила соответственно 4,05° для мужчин и 3,55° для женщин в 1-м случае, а также 5,42° для мужчин и 4,76° для женщин – во 2-м [15, 16]. Исследование C. Basile и соавт. с участием 1567 пожилых людей в Италии со средним возрастом 76,2 (±6,7) года показало, что мужчины и женщины с саркопенией имели более низкие значения ФУ, что положительно коррелировало с уменьшением мышечной массы (относительный риск 0,623; $p < 0,01$) [17].

Исследования, проведенные Д.П. Курмаевым и соавт., у пациентов с различной коморбидной патологией показали средние значения ФУ менее 4,4°, что соответствовало критерию «существенно ниже нормы» БИАСТ, несмотря на то что средние значения параметров СММ находились в возрастных пределах нормы [9].

Заключение

Ранее аналитика протоколов БИАСТ в качестве построения прогностических моделей ограничивалась параметрами ФУ, а также реактивного и активного сопротивления, используемыми в уравнении Sergi для определения ASMM, iASMM согласно консенсусу EWGSOP 2.

В проведенном исследовании выделены универсальные границы как для мужчин, так и для женщин показателей ФУ, СММ, дСММ, АКМ, вошедших в прогностическую модель для диагностики пресаркопении у пациентов с СД 2. Наличие информации о пороговых значениях основных показателей биоимпедансного состава тела у пациентов с пресаркопенией и СД 2 существенно расширяет исследовательские и диагностические возможности в медицине старения. Интерпретация этих данных перспективна и в дальнейших исследованиях.

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

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Литература/References

- Gaba A, Kapus O, Cuberek R, et al. Comparison of multi- and single-frequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in post-menopausal women: Effects of body mass index and accelerometer-determined physical activity. *J Hum Nutr Diet.* 2015;28(4):390-400. DOI:10.1111/jhn.12257
- Kohli K, Corns R, Vinnakota K, et al. A bioimpedance analysis of head-and-neck cancer patients undergoing radiotherapy. *Curr Oncol.* 2018;25(3):e193-9. DOI:10.3747/co.25.3920
- Николаев Д.В., Щелькалина С.П. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека. М.: РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ, 2016 [Nikolaev DV, Shchelykalina SP. *Lektsii po bioimpedansnomu analizu sostava tela cheloveka.* Moscow: RIO TsNIOIZ MZ RF, 2016 (in Russian)].
- Драпкина О.М., Максимова О.А., Шептулина А.Ф., Джигоева О.Н. Биоимпедансный анализ состава тела: что важно знать терапевту? *Профилактическая медицина.* 2022;25(10):91-6 [Drapkina OM, Maksimova OA, Sheptulina AF, Dzhiogeva ON. Bioimpedance analysis of body composition: What should general practitioner know? *Russian Journal of Preventive Medicine.* 2022;25(10):91-6 (in Russian)]. DOI:10.17116/profmed20222510191
- Aleixo GFP, Shachar SS, Nyrop KA, et al. Bioelectrical impedance analysis for the assessment of sarcopenia in patients with cancer: A systematic review. *Oncologist.* 2020;25(2):170-82. DOI:10.1634/theoncologist.2019-0600
- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48(1):16-31. DOI:10.1093/ageing/afy169
- Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2014;15:95-101
- Sergi G, De Rui M, Veronese N, et al. Assessing appendicular skeletal muscle mass with bioelectrical impedance analysis in free-living Caucasian older adults. *Clin Nutr.* 2015;34(4):667-73. DOI:10.1016/j.clnu.2014.07.010

9. Курмаев Д.П., Булгакова С.В., Захарова Н.О. Биоимпедансный фазовый угол как маркер саркопении у женщин старческого возраста с полиморбидной патологией. *Альманах клинической медицины*. 2021;49(4):245-53 [Kurmayev DP, Bulgakova SV, Zakharova NO. Bioimpedance phase angle as a marker of sarcopenia in elderly women with multiple comorbidities. *Almanac of Clinical Medicine*. 2021;49(4):245-53 (in Russian)]. DOI:10.18786/2072-0505-2021-49-026
10. Izzo A, Massimino E, Riccardi G, et al. A narrative review on sarcopenia in type 2 diabetes mellitus: Prevalence and associated factors. *Nutrients*. 2021;13(1):183. DOI:10.3390/nu13010183
11. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 11-й вып. М.: ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, 2023 [Algoritmy spetsializirovannoi meditsinskoi pomoshchi bol'nym sakharnym diabetom. Pod red I.I. Dedova, M.V. Shestakovoi, A.Iu. Maiorova. 11-i vyp. Moscow: FGBU «Natsional'nyi meditsinskii issledovatel'skii tsentr endokrinologii» Minzdrava Rossii, 2023 (in Russian)]. DOI:10.14341/DM13042
12. Wu H, Ding P, Wu J, et al. Phase angle derived from bioelectrical impedance analysis as a marker for predicting sarcopenia. *Front Nutr*. 2022;9:1060224. DOI:10.3389/fnut.2022.1060224
13. Hirose S, Nakajima T, Nozawa N, et al. Phase angle as an indicator of sarcopenia, malnutrition, and cachexia in inpatients with cardiovascular diseases. *J Clin Med*. 2020;9(8):2554. DOI:10.3390/jcm9082554
14. de Amorim GJ, Calado CKM, Souza de Oliveira BC, et al. Sarcopenia in non-dialysis chronic kidney disease patients: Prevalence and associated factors. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:854410. DOI:10.3389/fmed.2022.854410
15. Yamada M, Kimura Y, Ishiyama D, et al. Phase angle is a useful indicator for muscle function in older adults. *J Nutr Health Aging*. 2019;23(3):251-5. DOI:10.1007/s12603-018-1151-0
16. Kolodziej M, Koziel S, Ignasiak Z. The use of the bioelectrical impedance phase angle to assess the risk of sarcopenia in people aged 50 and above in Poland. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(8):4687. DOI:10.3390/ijerph19084687
17. Basile C, Della-Morte D, Cacciatore F, et al. Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Exp Gerontol*. 2014;58:43-6. DOI:10.1016/j.exger.2014.07.009

Статья поступила в редакцию / The article received: 21.04.2025

Статья принята к печати / The article accepted for publication: 25.06.2025



OMNIDOCTOR.RU