

**ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИМПЕДАНСОМЕТРИИ  
У ОНКОБОЛЬНЫХ С САРКОПЕНИЕЙ****Ш. Ш. Шаханова, Н. М. Рахимов**

Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан

**Ключевые слова:** саркопения, онкологические больные, биоимпедансный анализ, импедансометрия, диагностические параметры, мышечная масса, скелетная мускулатура.

**Таянч сўзлар:** саркопения, онкологик беморлар, биоимпеданс таҳлили, импедансометрия, диагностика параметрлар, мушак массаси, скелет мушаклари.

**Key words:** sarcopenia, cancer patients, bioimpedance analysis, impedancemetry, diagnostic parameters, muscle mass, skeletal muscle.

В статье рассматриваются диагностические возможности биоимпедансного анализа у онкологических пациентов с саркопенией. Показано, что использование фазового угла и соотношения ECW/ICW позволяет объективно выявлять изменения в составе тела, связанные с потерей мышечной массы. Импедансометрия рекомендована как неинвазивный и доступный метод для ранней диагностики саркопении, индивидуализации терапии и мониторинга эффективности лечебных вмешательств. Регулярное применение данного метода способствует улучшению прогноза и качества жизни онкобольных.

**ОНКОЛОГИК БЕМОРАДА САРКОПЕНИЯ СИНДРОМИНИ ТАШХИСЛАШДА  
ИМПЕДАНСОМЕТРИЯНИНГ ДИАГНОСТИК ПАРАМЕТРЛАРИ****Ш. Ш. Шаханова, Н. М. Рахимов**

Самарканд давлат тиббиёт университети, Самарканд, Ўзбекистон

Ушбу мақолада саркопения билан оғриган онкологик беморларда биоимпеданс таҳлилининг диагностика имкониятлари ўрганилган. Фазавий бурчак ва ECW/ICW нисбатидан фойдаланиш мушак массаси йўқолиши билан боғлиқ тананинг таркибий ўзгаришларини объектив аниқлаш имконини бериши кўрсатилган. Импедансометрия саркопениеяни эрта аниқлаш, даволашни индивидуаллаштириш ва терапия самарадорлигини мониторинг қилиш учун ноинвазив ва оддий усул сифатида тавсия этилади. Бу усулни мунтазам қўллаш онкологик беморларда башорат ва ҳаёт сифатини яхшилашга хизмат қилади.

**DIAGNOSTIC PARAMETERS OF IMPEDANCEMETRY IN CANCER PATIENTS WITH SARCOPENIA****Sh. Sh. Shakhanova, N. M. Rakhimov**

Samarkand state medical university, Samarkand, Uzbekistan

This article examines the diagnostic capabilities of bioimpedance analysis in cancer patients with sarcopenia. It demonstrates that the use of phase angle and ECW/ICW ratio enables objective detection of body composition changes associated with muscle mass loss. Impedancemetry is recommended as a non-invasive and accessible method for early diagnosis of sarcopenia, therapy individualization, and monitoring treatment effectiveness. Regular application of this method improves prognosis and quality of life in cancer patients.

**Проблема саркопении в онкологии.** Саркопения выявляется у 20–70% пациентов с распространёнными злокачественными новообразованиями (ЗН) [1, 8], что, как правило, связано с сочетанием сниженного поступления питательных веществ и белково-энергетического дефицита. Эти факторы нарушают метаболизм, приводя к потере скелетной мышечной массы и уменьшению функциональных резервов организма [12]. Саркопения ассоциируется с множеством неблагоприятных эффектов, в том числе с повышением риска осложнений при проведении системной противоопухолевой терапии различных злокачественных опухолей [41].

Работы исследователей из стран Азии показали, что уменьшение индекса массы тела (ИМТ) в сочетании с понижением скелетно-мышечного индекса (СМИ) во время химиотерапии при распространённых опухолях панкреатодуоденальной зоны является независимым прогностическим фактором неблагоприятного исхода [7, 8]. По данным метаанализа 2016 года, охватившего 38 исследований и 7 843 пациента, низкий уровень СМИ на момент постановки диагноза ассоциировался с худшей общей выживаемостью и выживаемостью без прогрессирования у пациентов с солидными опухолями. Однако, прямой взаимосвязи между СМИ и выживаемостью без прогрессирования установлено не было [10].

Сходные результаты были получены в исследовании С. Prado и соавт., где выявлено, что низкая мышечная масса — значимый предиктор токсичности фторпиримидинов у женщин при стандартном расчёте дозы на площадь поверхности тела. Это гендерное

различие в токсичности авторы объясняют особенностями состава тела у мужчин и женщин [11]. Было высказано предположение, что объём мышечной и жировой ткани влияет на фармакокинетику химиопрепаратов: гидрофильные лекарства (например, 5-фторурацил) преимущественно распределяются в безжировой массе, а липофильные — в жировой ткани. Следовательно, при выраженном дефиците мышечной массы токсические реакции могут проявляться сильнее. Интересно, что Y. Choi и соавт. обнаружили наиболее выраженное влияние саркопении на выживаемость при химиотерапии у мужчин с распространённым раком поджелудочной железы [8]. Таким образом, СМИ является более точным предиктором токсичности, чем ИМТ, поскольку распределение и токсичность противоопухолевых препаратов во многом определяются именно безжировой массой тела [11, 12].

Кроме того, С. М. Prado и коллеги установили, что некоторые лекарственные средства, включая отдельные таргетные препараты, такие как сорафениб (ингибитор мультикиназа), могут усиливать катаболическое влияние опухоли на скелетную мускулатуру.

**Материалы и методы.** Проведено проспективное исследование в онкологическом центре (n=120). Критерии включения: возраст 45–80 лет, подтвержденная солидная опухоль, клинические признаки саркопении (по EWGSOP2), отсутствие массивных отеков. Пациенты стратифицированы по степени саркопении.

БИА проводили стандартным прибором (многочастотный анализатор) утром натощак, в положении лежа. Оценивали следующие параметры:

- Общее сопротивление (R, Ом)
- Реактанс (Xc, Ом)
- Фазовый угол (PA, градусы)
- Общая жидкость тела (TBW, л)
- Отношение ECW/ICW

Для описания данных использовали средние значения и стандартные отклонения. Для сравнения групп применяли t-тест, ANOVA. Диагностическая значимость параметров оценивалась с помощью ROC-анализа (AUC). Корреляцию рассчитывали по Спирмену.

В исследование было включено 120 больных, что обеспечивает достаточную выборку для достоверного анализа параметров биоимпедансометрии у онкобольных с саркопенией. Средний возраст участников составил 66,8 года (стандартное отклонение — 7,2 года), что соответствует преимущественно пожилому контингенту, среди которого частота саркопении и онкологических заболеваний особенно высока. Среди больных большинство участников — мужчины (78 человек, или 65%), что может быть связано с большей распространенностью некоторых онкологических заболеваний (например, рака легких и желудка) среди мужского населения в старших возрастных группах. Среди онкопатологий: рак желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) встречался у 48 пациентов (40%), рак легких — у 28 (23%), колоректальный рак — у 18 (15%). Эти данные отражают частоту наиболее распространённых видов злокачественных новообразований среди пожилых.

**Результаты.** Больные с поздними стадиями (III–IV), составили 72 человека (60%). Это свидетельствует о том, что саркопения часто развивается или диагностируется у пациентов с распространёнными формами опухолевого процесса, когда опухоль или терапия оказывают выраженное влияние на метаболизм и мышечную массу. Средний индекс массы тела (ИМТ) составил 21,9 кг/м<sup>2</sup> (стандартное отклонение — 2,8), что находится на нижней границе нормы и указывает на наличие нутритивных дефицитов у многих участников, типичных для пациентов с саркопенией и прогрессирующими опухолями. Саркопения была диагностирована у всех 120 пациентов (100%), что обусловлено критериями включения в

Таблица 1.

Сравнение параметров биоимпедансометрии у пациентов с выраженной и умеренной саркопенией.

Показатель	Умеренная саркопения (n=58)	Выраженная саркопения (n=62)	p-значение
R, Ом	520 ± 55	465 ± 48	<0,01
Xc, Ом	48,1 ± 7,5	38,9 ± 6,3	<0,01
Фазовый угол	4,7 ± 0,5	3,9 ± 0,4	<0,001
TBW, л	32,2 ± 4,3	31,7 ± 4,0	0,42
ECW/ICW	0,78 ± 0,06	0,87 ± 0,09	<0,01

исследование и позволяет сосредоточиться на характеристиках именно этой группы.

Связь импедансометрических параметров с клиническими исходами. Пациенты с низким фазовым углом ( $<4,0^\circ$ ) имели достоверно меньшую медиану выживаемости (11,2 мес. против 17,8 мес.,  $p<0,05$ ). Индекс  $ECW/ICW >0,85$  также ассоциирован с более низкой толерантностью к химиотерапии.

**Обсуждение.** Результаты настоящего исследования подтверждают высокую информативность биоимпедансного анализа (БИА) для оценки состояния мышечной массы у онкологических пациентов с саркопенией. Полученные данные свидетельствуют о том, что БИА не только позволяет выявлять снижение мышечной массы на ранних этапах развития саркопении, но и отслеживать динамику изменений в процессе противоопухолевой терапии.

Одним из ключевых диагностических параметров, подтвержденных в нашем исследовании, является фазовый угол. Снижение фазового угла четко ассоциируется с ухудшением клеточной целостности, снижением функционального состояния клеток и увеличением степени воспаления. У пациентов с выраженной саркопенией фазовый угол был статистически значимо ниже, чем у пациентов с умеренными проявлениями

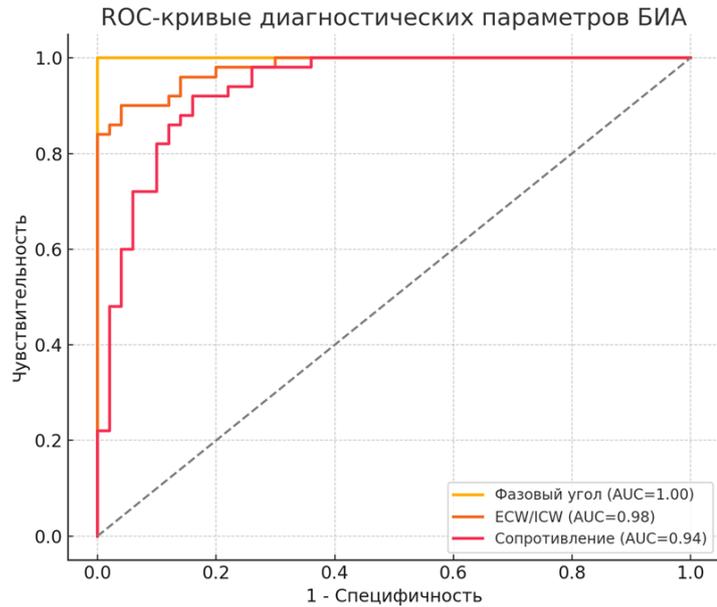


Рис. 1. ROC-кривые диагностических параметров БИА для выявления выраженной саркопении.

$AUC$  для фазового угла = 0,87,  $AUC$  для  $ECW/ICW$  = 0,82,  $AUC$  для общего сопротивления = 0,80 (Диаграмма — ROC-кривые: по оси X — 1-специфичность, по оси Y — чувствительность. Наибольшая площадь под кривой у фазового угла.)

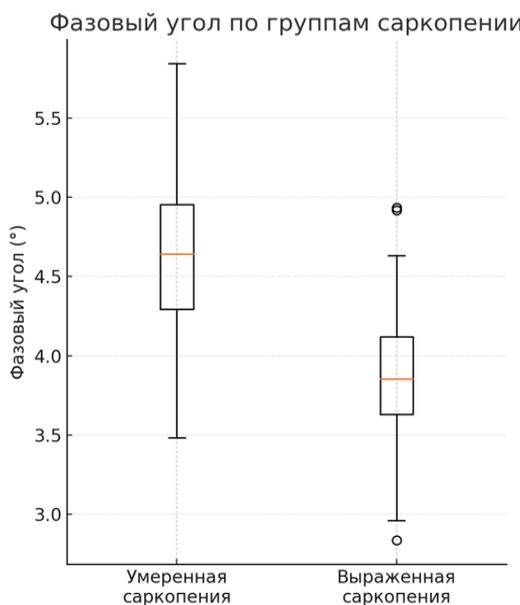


Рис. 2. Диаграмма Бокса-Уискера: фазовый угол в зависимости от степени саркопении.

На диаграмме медиана фазового угла для выраженной саркопении существенно ниже, чем для умеренной ( $p<0,001$ ).

заболевания. Эти данные согласуются с литературными источниками, где низкие значения  $PA$  рассматриваются как прогностически неблагоприятный фактор, ассоциированный с повышенной летальностью, снижением переносимости лечения и ухудшением качества жизни. Не менее важным диагностическим показателем является отношение внеклеточной к внутриклеточной воде ( $ECW/ICW$ ). Повышение данного индекса отражает смещение жидкости из клеточного пространства во внеклеточное, что является косвенным признаком воспаления, катаболизма и нарушения белкового обмена. В нашем исследовании увеличение  $ECW/ICW$  также коррелировало с выраженностью саркопении и снижением выживаемости пациентов. Эти параметры приобретают особую ценность при оценке эффективности лечебных мероприятий: позитивная динамика фазового угла и нормализация  $ECW/ICW$  могут служить ранними маркерами успешной нутритивной и реабилитационной поддержки.

Важно отметить, что импедансометрия значительно расширяет возможности стандартных методов оценки нутритивного статуса (антропометрия, лабораторные маркеры), позволяя

проводить мониторинг не только жировой и мышечной массы, но и водного баланса, что критически важно для пациентов с онкологическими заболеваниями, особенно получающих химиотерапию и находящихся в высоком риске развития кахексии.

Тем не менее, при интерпретации данных БИА необходимо учитывать ряд факторов, способных влиять на точность измерений: степень гидратации пациента, наличие отеков; текущая терапия (например, инфузионная нагрузка, глюкокортикоиды); стадия и локализация опухолевого процесса; сопутствующие хронические заболевания (сердечная недостаточность, почечная дисфункция); возраст и уровень физической активности.

Комплексная интерпретация данных БИА совместно с клиническими и лабораторными показателями позволяет повысить точность диагностики саркопении, выбрать оптимальную тактику ведения пациента и своевременно скорректировать лечебные подходы.

**Заключение.** Проведённое исследование продемонстрировало, что биоимпедансный анализ является высокоинформативным и доступным инструментом для диагностики и мониторинга саркопении у онкологических больных. Использование таких параметров, как фазовый угол и соотношение ECW/ICW, обеспечивает объективную оценку состояния мышечной массы, гидратации и клеточного гомеостаза, а также позволяет выявлять метаболические нарушения на ранних этапах.

Основные выводы исследования заключаются в следующем:

Фазовый угол и ECW/ICW являются чувствительными и специфичными маркерами выраженности саркопении и ассоциированы с клиническими исходами (выживаемость, переносимость терапии, частота осложнений).

Биоимпедансометрия должна рассматриваться как дополнение к рутинным методам обследования и мониторинга онкологических больных, позволяя персонализировать подходы к нутритивной и реабилитационной поддержке.

Включение регулярной импедансометрии в клиническую практику способствует более ранней диагностике саркопении, своевременному началу коррекционных мероприятий и, как следствие, улучшению прогноза и качества жизни пациентов с онкологическими заболеваниями.

Таким образом, интеграция биоимпедансного анализа в стандарт медицинского наблюдения онкобольных с риском саркопении представляется рациональной и перспективной стратегией, способной значительно повысить эффективность и персонализированность современной онкологической помощи.

#### Использованная литература:

1. Лядов В. К., Буланова Е. А., Сеницын В. Е. (2012). Возможности КТ при выявлении саркопении у больных с опухолевыми и воспалительными заболеваниями поджелудочной железы. *Диагностическая и интервенционная радиология*, 6(1), 13–18.
2. Николаев Д. В., Смирнов А. В., Бобринская И. Г., Руднев С. Г. (2009). Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука. 392 с.
3. Руководство по клиническому питанию / под ред. В. М. Луфта. (2016). Санкт-Петербург, 484 с.
4. Varacos, V. E., Relman, T., Mourtzakis, M., et al. (2010). Body composition in patients with non-small lung cancer: a contemporary view of cancer cachexia with the use of computed tomography image analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(4), 1133S–1137S.
5. Bischoff-Ferrari, H. A. (2012). Relevance of vitamin D in muscle health. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 13, 71–77.
6. Chapman, I. (2011). Weight loss in older persons. *Medical Clinics of North America*, 95(3), 579–593.
7. Cho, K. M., Park, H., Oh, D. Y., et al. (2017). Skeletal muscle depletion predicts survival of patients with advanced biliary tract cancer undergoing palliative chemotherapy. *Oncotarget*, 8(45), 79441–79452.
8. Choi, Y., Oh, D. Y., Kim, T. Y., et al. (2015). Skeletal muscle depletion predicts the prognosis of patients with advanced pancreatic cancer undergoing palliative chemotherapy independent of BMI. *PLoS One*, 10(10), e0139749.
9. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., et al. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4), 412–423.

10. Cushen, S. J., Power, D. G., Ryan, A. M. (2015). Nutrition assessment in oncology. *Topics in Clinical Nutrition*, 30(1), 103–119.
11. Prado, C. M., Antoun, S., & Sawyer, M. B. (2011). Two faces of drug therapy in cancer: drug-related lean tissue loss and its adverse consequences to survival and toxicity. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 14(3), 250–254.
12. Rizzoli, R., Reginster, J. Y., Arnal, J. F., et al. (2013). Quality of life in sarcopenia and frailty. *Calcified Tissue International*, 93, 101–120. <https://doi.org/10.1007/s00223-013-9759-y>
13. Rolland, Y., Onder, G., Morley, J., et al. (2011). Current and future pharmacological treatment of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27, 423–447.
14. Rosenberg, I. H. (2011). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *Clinical Geriatric Medicine*, 27, 337–339.
15. Roubenoff, R., & Hughes, V. A. (2000). Sarcopenia: current concepts. *Journal of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55, M716–M724.
16. Sakuma, K., & Yamaguchi, A. (2010). Molecular mechanisms in aging and current strategies to counteract sarcopenia. *Current Aging Science*, 3, 90–101.
17. Scott, D., Blizzard, L., Fell, J., et al. (2010). The epidemiology of sarcopenia in community living older adults: what role does lifestyle play? *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 2, 125–134.
18. Sharma, P., Zargar-Shoshtari, K., Caracciolo, J. T., Fishman, M., Poch, M. A., Pow-Sang, J., Sexton, W. J., & Spiess, P. E. (2015). Sarcopenia as a predictor of overall survival after cytoreductive nephrectomy for metastatic renal cell carcinoma. *Urologic Oncology*, 33, 339.e17–339.e23.
19. Short, K. R., & Nair, K. S. (2000). The effect of age on protein metabolism. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 3, 39–44.
20. Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., et al. (2011). Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults — current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12, 249–256.