



© CC Коллектив авторов, 2025

<https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-6-48-57>

Биоэлектрический импедансный анализ состава тела как инструмент оценки нутритивного статуса и прогнозирования клинического исхода после трансплантации сердца

Н. З. КАНШАОВ*, А. Е. КРЮКОВА, И. Н. ЛЕЙДЕРМАН, А. О. МАРИЧЕВ

Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Поступила в редакцию 10.09.2025 г.; дата рецензирования 11.10.2025 г.

РЕЗЮМЕ

Введение. Ортопическая трансплантация сердца – наиболее эффективный метод лечения терминальной сердечной недостаточности, однако послеоперационные исходы во многом зависят от нутритивного статуса пациента. Традиционные маркеры, такие как индекс массы тела и уровень альбумина сыворотки крови, часто оказываются малоинформативными из-за гипергидратации и системного воспаления. Биоимпедансный анализ позволяет неинвазивно оценить состав тела и состояние клеток, но его применение у реципиентов донорского сердца изучено недостаточно.

Цель – оценить динамику параметров биоимпедансного анализа в раннем послеоперационном периоде у пациентов после трансплантации сердца и определить их связь с клиническими исходами.

Материалы и методы. В одноцентровое проспективное наблюдательное исследование включены 47 пациентов после трансплантации сердца. Биоимпедансный анализ проводили на 3–5-е, 6–9-е и 10–14-е сутки после операции, оценивая фазовый угол, безжировую массу тела, соотношение внеклеточной жидкости к общей воде и другие параметры. Анализировали лабораторные маркеры нутритивного статуса (альбумин и общий белок сыворотки крови) и клинические исходы (30-дневная летальность, инфекционные осложнения, длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии). Использованы корреляционный анализ, ROC-анализ и регрессионные модели.

Результаты. В течение 14 суток выявлено статистически значимое снижение параметров биоимпедансного анализа на фоне увеличения гипергидратации. Низкий фазовый угол и нарастание тканевого отека ассоциировались с гипоальбуминемией, инфекционными осложнениями и 30-суточной летальностью. Фазовый угол показал высокую прогностическую ценность в отношении показателя 30-дневной летальности (AUC 0,82–0,89). Увеличенная длительность пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии коррелировала с выраженностью гипергидратации и низкими значениями фазового угла.

Заключение. Параметры биоимпедансного анализа, особенно фазовый угол и распределение жидкости, являются значимыми предикторами неблагоприятных клинических исходов после трансплантации сердца. Включение данного метода в программу послеоперационного мониторинга может оптимизировать нутритивную поддержку и стратификацию рисков. Для подтверждения полученных результатов необходимы дальнейшие многоцентровые исследования.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ, фазовый угол, компонентный состав тела, нутритивный статус, трансплантация сердца

Для цитирования: Каншаов Н. З., Крюкова А. Е., Лейдерман И. Н., Маричев А. О. Биоэлектрический импедансный анализ состава тела как инструмент оценки нутритивного статуса и прогнозирования клинического исхода после трансплантации сердца // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2025. – Т. 22, № 6. – С. 48–57. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-6-48-57>.

Bioelectrical impedance analysis of body composition as a tool for assessing nutritional status and predicting clinical outcome after heart transplantation

NAZIR Z. KANSHAOV*, ANNA E. KRYUKOVA, ILYA N. LEYDERMAN, ALEXANDR O. MARICHEV

Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russian Federation

Received 10.09.2025; review date 11.10.2025

ABSTRACT

Introduction. Orthotopic heart transplantation remains the most effective treatment for end-stage heart failure; however, postoperative outcomes are largely determined by the patient's nutritional status. Traditional markers, such as body mass index and serum albumin levels, are often uninformative due to overhydration and systemic inflammation. Bioelectrical impedance analysis provides a non-invasive method for assessing body composition and cellular integrity, but its application in heart transplant recipients has been insufficiently studied.

The objective was to evaluate the dynamics of body composition and functional parameters obtained by bioelectrical impedance analysis in the early postoperative period after heart transplantation and to determine their association with clinical outcomes.

Materials and Methods. This single-center prospective observational study included 47 patients who underwent orthotopic heart transplantation. Bioelectrical impedance analysis was performed on postoperative days 3–5, 6–9, and 10–14, measuring phase angle, fat-free mass, extracellular-to-total body water ratio, and other parameters. Laboratory markers of nutritional status (albumin and total serum protein) and clinical outcomes (30-day mortality, infectious complications, duration of stay in the intensive care unit) were analyzed. Statistical analysis comprised correlation tests, receiver operating characteristic curve analysis, and linear regression models.

Results. Within the first 14 days, a statistically significant decrease in bioimpedance analysis parameters was observed against the background of increased hyperhydration. Lower phase angle values and higher extracellular-to-total body water ratios were associated with hypoalbuminemia, infectious complications, and 30-day mortality. Phase angle demonstrated high prognostic accuracy for mortality (area under the curve 0.82–0.89). Prolonged intensive care unit stay correlated with increased hyperhydration and reduced phase angle.

Conclusion. Parameters obtained by bioelectrical impedance analysis, particularly phase angle and fluid distribution, are significant predictors of adverse clinical outcomes after heart transplantation. Incorporating this method into early postoperative monitoring may optimize nutritional support and improve risk stratification. Further multicenter studies are needed to validate these findings.

Keywords: bioimpedance analysis, phase angle, body composition, nutritional status, heart transplantation

For citation: Kانشаov N. Z., Kryukova A. E., Leyderman I. N., Marichev A. O. Bioelectrical impedance analysis of body composition as a tool for assessing nutritional status and predicting clinical outcome after heart transplantation. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2025, Vol. 22, № 6, P. 48–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-6-48-57>.

* Для корреспонденции:
Назир Заурович Каншаов
E-mail: nazir_07@inbox.ru

* Correspondence:
Nazir Z. Kانشаov
E-mail: nazir_07@inbox.ru

Введение

Ортопическая трансплантация сердца (ТС) является наиболее эффективным методом лечения терминальной сердечной недостаточности (СН), способствующим повышению выживаемости, улучшению качества жизни пациентов, переносимости физической нагрузки и восстановлению трудоспособности [17]. По данным эпидемиологических исследований, распространенность СН среди населения Российской Федерации за последние 20 лет увеличилась с 6,1% до 8,2%. Абсолютное число пациентов с тяжелой хронической СН III–IV функциональных классов возросло с 1,76 до 4,5 млн человек (с 1,8 до 3,1%) [4]. Также растет количество ТС: в 2023 г. выполнено 388 операций, что на 25% больше, чем в 2022 г. [2].

Анализ актуальных клинических рекомендаций показывает, что основное внимание в лечении СН сосредоточено на фармакотерапии, применении вспомогательных устройств и коррекции отдельных сопутствующих патологических процессов [1]. При этом вопросы нутритивного статуса (НС) и подходы к его коррекции остаются недостаточно изученными [1]. Вместе с тем, кахексия выявляется у 15% пациентов с СН, а при применении менее строгих критериев признаки расстройств белково-энергетического обмена выявляются у половины больных [23]. Это справедливо относится также и к реципиентам сердечного аллографта. Нутритивная недостаточность (НН) у пациентов, перенесших трансплантацию, ассоциируется с существенно более высоким риском неблагоприятных послеоперационных клинических исходов (внутрибольничная летальность, развитие сепсиса, острое почечное повреждение, увеличением продолжительности госпитализации) [1, 10, 12]. Несмотря на важность коррекции НН, зачастую бывает сложно объективно оценить НС пациентов с помощью рутинных показателей [27]. Использование традиционных маркеров НН, таких как индекс массы тела (ИМТ) и уровень общего белка и сывороточного альбумина, может не всегда достоверно отражать степень НН у пациентов с СН. ИМТ искажается вследствие задержки жидкости, а концентрация общего белка и альбумина может снижаться на фоне хронического воспаления, застойных изменений в печени и почечных потерь [1].

Между СН, метаболическими нарушениями и изменениями состава тела существует сложная и многокомпонентная взаимосвязь, включающая нейроэндокринные расстройства, системное воспаление, инсулинорезистентность, энтеропатию с вы-

раженной мальабсорбцией, изменением пропорций жировой и безжировой массы тела (БЖМТ) [3, 10].

Основу БЖМТ составляют внеклеточная и внутриклеточная вода, а также белковые структуры и минеральные компоненты [21]. Внутриклеточная вода и белки образуют активно-клеточную массу (АКМТ), которая является метаболически активной частью БЖМТ в отличие от внеклеточной массы (рис. 1). БЖМТ и АКМТ представляют собой ключевые компоненты НС и функционального резерва организма, а их снижение ассоциируется со снижением переносимости хирургических вмешательств и повышенной частотой осложнений [18]. Также данные показатели тесно коррелируют с уровнем энергетических затрат организма. Несмотря на то, что расчет потребности в энергии на основании параметров состава тела уступает по точности методу непрямой калориметрии, он обеспечивает более достоверную оценку, чем традиционные расчетные уравнения и номограммы, основанные только на массе тела пациента [8].

Методы оценки состава тела можно условно разделить на антропометрические и инструментальные. К первой группе относятся: ИМТ, окружность талии и бедер, толщина кожно-жировых складок. Однако их диагностическая ценность ограничена ввиду низкой чувствительности и зависимости от ряда факторов, включая степень гидратации и межоператорные вариации. Инструментальные методы – такие как биоэлектрический импедансный анализ (БИА), двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография – обеспечивают более высокую точность и воспроизводимость при количественной оценке жировой, БЖМТ и распределения жидкости в организме [6].

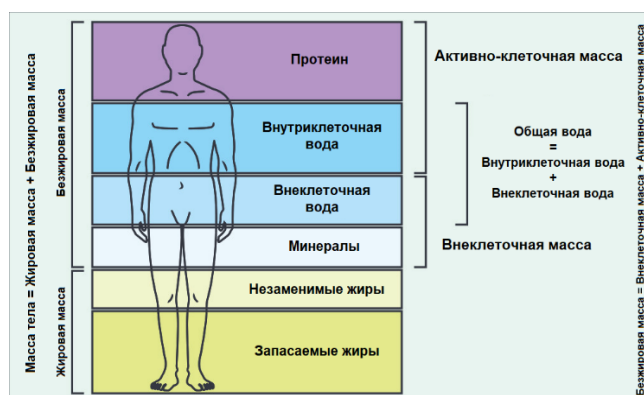


Рис. 1. Схематическое представление основных компонентов тела человека
Fig. 1. Schematic representation of human body composition compartments

БИА привлекает все больше внимания как инструмент для оценки распределения жидкости у пациентов в критическом состоянии. Метод, основанный на измерении сопротивления (R) и реактивного сопротивления (Xc) при прохождении слабого переменного тока через тело, позволяет быстро и неинвазивно оценить общее количество воды в организме, объем внеклеточной и внутриклеточной воды с расчетом БЖМТ и АКМТ [7, 13, 25]. БИА легко выполняется у постели пациента, не требует специальной подготовки и отличается низкой межоператорной вариабельностью, что делает его применение наиболее приемлемым в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) [16, 19, 20]. Более того, ряд исследований подтвердили его клиническую значимость в условиях интенсивной терапии критических состояний [15, 22]. Также в рекомендациях Европейского общества клинического питания и метаболизма для ОРИТ данный метод рекомендован к применению для оценки скелетно-мышечной массы [26]. Дополнительно к оценке отдельных компартментов тела, БИА позволяет определять фазовый угол (ФУ), который отражает качество клеточной массы организма [29]. ФУ является маркером целостности клеточных мембран и общего клеточного здоровья, более высокое значение которого ассоциировано с большей долей активно функционирующей клеточной массы и лучшим прогнозом у различных категорий пациентов, включая больных с СН [14, 24].

Таким образом, применение БИА у пациентов после ТС в послеоперационном периоде в ОРИТ представляет собой перспективное, но недостаточно изученное направление. ФУ, БЖМТ и ее компоненты могут служить объективными индикаторами нутритивно-метаболического статуса и функционального резерва. Их использование может способствовать оптимизации нутритивной поддержки, а также более точной стратификации рисков развития осложнений для данной группы пациентов.

Цель исследования – проанализировать динамику показателей БИА у пациентов ОРИТ после ортотопической ТС в раннем послеоперационном периоде для выявления дополнительных маркеров белково-энергетической недостаточности и оценки связи с клиническими исходами.

Материалы и методы

Проведено одноцентровое проспективное обсервационное когортное исследование, в которое были включены пациенты, перенесшие ортотопическую ТС и находившиеся на лечении в ОРИТ кардиохирургического профиля ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России (Санкт-Петербург, РФ). Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» (Выписка № 0710-22 из протокола заседания ЛЭК № 10-22 от 3 октября 2022 г.).

Критерии включения в исследование: пациенты обоого пола, которым проведена ортотопическая ТС, в возрасте от 18 до 65 лет.

Критерии не включения:

1) первичная дисфункция сердечного трансплантата, требующая экстракорпоральной поддержки кровообращения более 72 часов после операции;

2) наличие электрокардиостимулятора.

Критерии исключения:

1) тромбоэмболия легочной артерии;

2) массивная кровопотеря с признаками гипоперфузии;

3) острое нарушение мозгового кровообращения;

4) острое почечное повреждение с потребностью в заместительной почечной терапии.

Пациентам, включенным в исследование, проводили БИА состава тела на 3–5-е, 6–9-е, 10–14-е сутки после операции аппаратом «InBody S10» (Biospace Co., Ltd., Южная Корея), принцип работы которого основан на технологии прямого сегментарного анализа биоэлектрического сопротивления. Измерение происходит в 6 частотах (1, 5, 50, 250, 500, 1000 кГц) с использованием восьмиточечной четырехполярной системы электродов (по 2 электрода на каждую конечность), что исключает использование эмпирических данных, зависящих от возраста, пола и этнической принадлежности, при расчете параметров состава тела. Исследовали следующие параметры БИА: ФУ на частоте 50 кГц, БЖМТ, АКМТ, скелетно-мышечную массу и массу белка, проиндексированные на квадрат роста (m^2); соотношение внеклеточной жидкости к общей воде организма (ВКЖ/ОВ); реактивное сопротивление, нормированное на рост (Xc/Ht), отражающее способность клеточных мембран удерживать электрический заряд и служащий косвенным показателем их целостности.

Для оценки НС в дни проведения БИА дополнительно определяли лабораторные маркеры НН: уровни альбумина, общего белка и трансферрина сыворотки крови. Абсолютное количество лимфоцитов периферической крови не использовали в связи с проведением всем пациентам плановой терапии глюкокортикостероидами в послеоперационном периоде.

Оценивали следующие клинические исходы: 30-дневную летальность от любой причины; наличие инфекционных осложнений, подтвержденных лабораторными, инструментальными или микробиологическими методами исследования и требовавшие антибактериальной или противогрибковой терапии; продолжительность пребывания пациента в ОРИТ, выраженная в сутках.

Статистический анализ результатов исследования проводили с помощью лицензионной программы Statistica 10.0 (StatSoft. Inc.), MedCalc 23.2.6 (MedCalc Software Ltd.). Проверку распределения данных осуществляли с использованием критерия Шапиро – Уилка. В случае нормального распределения данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). При отсутствии нормальности данные описаны в

Таблица 1. Основные характеристики и клинические исходы ($n = 47$)
Table 1. Baseline characteristics and clinical outcomes ($n = 47$)

Параметр	M \pm SD, Me [Q1–Q3], n (%)
Возраст, лет	47,1 \pm 11,4
Пол, м/ж (%)	37 (78,7%) / 10 (21,3%)
Рост, см	176,6 \pm 8,6
Масса тела, кг	75 \pm 14,7
ИМТ, кг/м ²	23,9 \pm 3,9
ИВЛ (часы)	27 [15–66]
Инфекционные осложнения, n (%)	31 (66%)
Пребывание в ОРИТ, сутки	9 [7–15]
30-дневная летальность, n (%)	6 (12,8%)

Таблица 2. Динамика основных показателей биоимпедансного анализа и лабораторных маркеров нутритивного статуса
Table 2. Dynamics of main bioimpedance analysis indicators and laboratory markers of nutritional status

Параметр	3–5-е сутки	6–9-е сутки	10–14-е сутки	p
<i>БИА</i>				
Масса белка, кг/м ²	3,4 \pm 0,5	3,4 \pm 0,5	3,3 \pm 0,6	0,02*
БЖМТ, кг/м ²	18,1 \pm 2,4	18,1 \pm 2,4	17,4 \pm 2,9	0,05*
АКМТ, кг/м ²	11,4 \pm 1,6	11,3 \pm 1,6	10,9 \pm 1,9	0,03*
СММ, кг/м ²	7,6 \pm 1,2	7,6 \pm 1,3	7,7 [6,4 – 8,3]	> 0,05**
ВКЖ/ОВ	0,406 \pm 0,011	0,408 \pm 0,013	0,411 \pm 0,015	0,02*
Хс/Нт, Ом/м	21,5 \pm 6,6	21,9 \pm 7,4	22,5 \pm 9,7	> 0,05*
Фазовый угол	4 \pm 0,9	4 \pm 1	3,7 [2,8 – 4,8]	> 0,05**
<i>Лабораторные данные</i>				
Альбумин, г/л	34,7 \pm 4,1	33,1 \pm 4	31,4 \pm 4	0,0009*
Общий белок, г/л	59,5 \pm 7,4	55,4 \pm 6,7	50,5 [49 – 58]	0,00008**
Трансферрин, г/л	2,4 \pm 0,6	2,4 \pm 0,6	2,2 \pm 0,6	> 0,05*

Примечание: * – дисперсионный анализ повторных измерений; ** – критерий Фридмана; БИА – биоимпедансный анализ; БЖМТ – безжировая масса тела; АКМТ – активно-клеточная масса тела; СММ – скелетно-мышечная масса; ВКЖ/ОВ – соотношение внеклеточной жидкости к общей воде; Хс/Нт – реактивное сопротивление, нормированное на рост.

виде медианы (Me) и межквартильного размаха (Q1–Q3). Качественные признаки приведены как количества и доли в процентах. Для анализа количественных данных с нормальным распределением применяли t-критерий Стьюдента для независимых выборок. При отсутствии нормальности использовали непараметрический критерий Манна – Уитни. Сравнение данных, полученных на трех и более этапах наблюдения, осуществляли с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями (для параметрических данных) или критерия Фридмана (для непараметрических). Связь между количественными переменными оценивали с помощью корреляционного анализа: при нормальном распределении использовали коэффициент Пирсона, при ненормальном – Спирмена. Для анализа влияния независимых переменных на зависимую и минимизации эффекта выбросов проводили робастную линейно-взвешенную регрессию. Оценку диагностической значимости количественных переменных проводили с использованием ROC-анализа. Для оценки оптимальной точки отсечения использовали показатель, обеспечивающий наилучшее соотношение чувствительности и специфичности (критерий Юдена). Для всех статистических кри-

териев ошибка первого рода устанавливалась равной 0,05. Нулевая гипотеза (отсутствие различий) отвергалась, если вероятность (p) не превышала ошибку первого рода.

Результаты

В период с июня 2023 г. по май 2025 г. в исследование было включено 50 пациентов, перенесших ортотопическую трансплантацию сердца, 3 пациента были исключены в связи с массивной кровопотерей и потребностью в массивной гемотрансфузии и рестернотомии ($n = 1$), острым почечным повреждением с применением заместительной почечной терапии ($n = 2$). Основные характеристики включенных в исследование пациентов представлены в табл. 1.

При динамическом наблюдении на протяжении 2 недель после операции было выявлено достоверное снижение массы белка, БЖМТ и АКМТ, несмотря на увеличение соотношения ВКЖ/ОВ, которое свидетельствует об увеличении тканевого отека, приводящей к переоценке БЖМТ и ее компонентов. Также выявлено, что уровень сывороточного альбумина и общего белка статистически значимо снижался в течение всего периода наблюдения (табл. 2).

Таблица 3. Сравнение параметров биоимпедансного анализа по уровню сывороточного альбумина
Table 3. Comparison of bioimpedance analysis parameters by serum albumin level

Параметры	Альбумин < 35 г/л	Альбумин ≥ 35 г/л	p
<i>3–5-е сутки (n = 19/28)</i>			
ВКЖ/ОВ	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,008	< 0,0001*
Хс/Нт, Ом/м	18,0 ± 6,1	23,9 ± 5,9	0,003*
Фазовый угол	3,4 ± 0,8	4,4 ± 0,7	0,0001*
<i>6–9-е сутки (n = 33/14)</i>			
ВКЖ/ОВ	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,01	0,0001*
Хс/Нт, Ом/м	19,0 ± 5,8	28,7 ± 6,2	0,0001*
Фазовый угол	3,6 ± 0,9	4,7 ± 0,9	0,002*
<i>10–14-е сутки (n = 35/12)</i>			
ВКЖ/ОВ	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,01	0,04*
Хс/Нт, Ом/м	20,8 ± 8,4	28,0 ± 11,8	0,06*
Фазовый угол	3,6 [2,7 – 4,6]	4,1 [3,6 – 5,1]	0,2**

Примечание: * – t-критерий Стьюдента; ** – U-критерий Манна – Уитни; ВКЖ/ОВ – соотношение внеклеточной жидкости к общей воде; Хс/Нт – реактивное сопротивление, нормированное на рост.

Таблица 4. Анализ взаимосвязей между лабораторными маркерами нутритивного статуса и параметрами биоимпедансного анализа
Table 4. Analysis of correlations between laboratory markers of nutritional status and bioimpedance analysis parameters

Параметр	ВКЖ/ОВ	Хс/Нт, Ом/м	Фазовый угол
Альбумин, г/л	3–5-е сутки	r = -0,592; p < 0,0001	r = 0,441; p = 0,003
	6–9-е сутки	r = -0,566; p = 0,0003	r = 0,493; p = 0,002
	10–14-е сутки	r = -0,635; p = 0,0002	r = 0,549; p = 0,002
Общий белок, г/л	3–5-е сутки	r = -0,529; p = 0,0003	r = 0,581; p = 0,0001
	6–9-е сутки	r = -0,416; p = 0,01	r = 0,404; p = 0,01
	10–14-е сутки	p = -0,417; p = 0,02	p = 0,424; p = 0,02

Примечание: r – коэффициент корреляции Пирсона; p – коэффициент корреляции Спирмена; p – уровень значимости; ВКЖ/ОВ – соотношение внеклеточной жидкости к общей воде; Хс/Нт – реактивное сопротивление, нормированное на рост.

Таблица 5. Сравнение параметров биоимпедансного анализа у выживших и умерших
Table 5. Comparison of bioimpedance analysis parameters in survivors and non-survivors

Параметр	Летальный исход		p
	Да (n = 6)	Нет (n = 42)	
<i>3–5-е сутки</i>			
ВКЖ/ОВ	0,418 ± 0,015	0,405 ± 0,01	0,02*
Хс/Нт, Ом/м	11,4 [10,0–21,6]	21,0 [17,5–25,0]	0,08**
Фазовый угол	2,9 ± 1,1	4,1 ± 0,8	0,006*
<i>6–9-е сутки</i>			
ВКЖ/ОВ	0,426 ± 0,007	0,407 ± 0,01	0,01*
Хс/Нт, Ом/м	11,7 [11,6–11,7]	22,3 [17,0–26,4]	0,01**
Фазовый угол	2,6 ± 0,4	4,1 ± 1,0	0,01*
<i>10–14-е сутки</i>			
ВКЖ/ОВ	0,428 ± 0,007	0,408 ± 0,01	0,005*
Хс/Нт, Ом/м	11,2 ± 5,6	24,4 ± 8,9	0,003*
Фазовый угол	2,3 [2,1–2,5]	3,9 [3,2–4,8]	0,001**

Примечание: * – t-критерий Стьюдента; ** – U-критерий Манна – Уитни; ВКЖ/ОВ – соотношение внеклеточной жидкости к общей воде; Хс/Нт – реактивное сопротивление, нормированное на рост.

При разделении пациентов на две подгруппы по уровню сывороточного альбумина (< 35 г/л и ≥ 35 г/л), используемому в качестве маркера нутритивной недостаточности, были выявлены значимые различия по значению ФУ, реактивного сопротивления и ВКЖ/ОВ. Индексированные показатели

БЖМТ, АКМТ, скелетно-мышечной массы и массы белка значимо не различались между группами на всех этапах наблюдения (табл. 3).

При проведении корреляционного анализа установлено, что уровень сывороточного альбумина статистически значимо отрицательно коррелирует

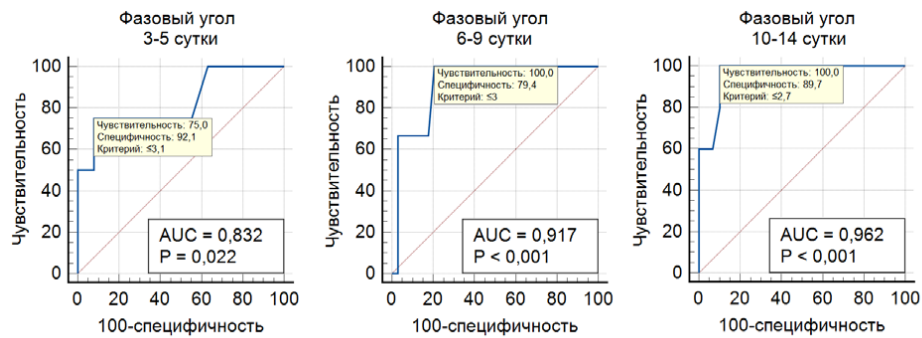


Рис. 2. ROC-кривые, демонстрирующие прогностическую значимость фазового угла в отношении показателя 30-дневной летальности у пациентов после трансплантации сердца

Fig. 2. ROC curves demonstrating the prognostic value of the phase angle for 30-day mortality in heart transplant recipients

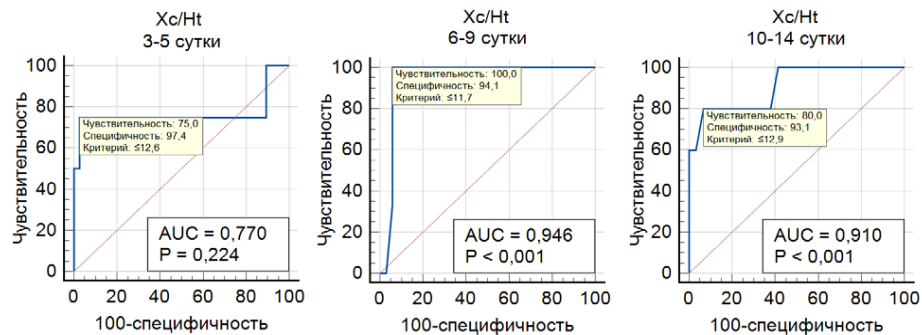


Рис. 3. ROC-кривые, демонстрирующие прогностическую значимость реактивного сопротивления, нормированного на рост (Хс/Нт) в отношении показателя 30-дневной летальности у пациентов после трансплантации сердца

Fig. 3. ROC curves assessing the prognostic value of the height-normalized reactance for 30-day mortality in heart transplant recipients

лировал с отношением ВКЖ/ОВ на всех этапах наблюдения. Это отражает нарастание водного дисбаланса у пациентов с признаками нутритивной недостаточности. Одновременно выявлена положительная корреляция альбумина сыворотки с реактивным сопротивлением и ФУ, что может свидетельствовать о сохранении клеточной целостности и функциональной активности при удовлетворительном белковом статусе. Аналогичные закономерности были характерны и для показателя общего белка, особенно выраженные на раннем послеоперационном этапе. На более поздних сроках наблюдения сила корреляционных связей несколько снижалась, однако сохранялась статистическая значимость (табл. 4).

При сравнении показателей БИА у пациентов с наличием и отсутствием инфекционных осложнений значимые различия были выявлены только по показателю ФУ. На 3–5-е сутки значение ФУ у пациентов с инфекционным процессом составило $3,8 \pm 0,9$, в то время как у пациентов без осложнений – $4,5 \pm 0,6$ ($p = 0,02$). Аналогичная закономерность сохранялась и на 6–9-е сутки: значение ФУ в группе с инфекциями составило $3,5 [2,7–4,2]$ против $4,7 [4,6–4,9]$ у пациентов без осложнений ($p = 0,002$). По остальным анализируемым параметрам БИА значимых различий между группами не обнаружено.

Индексированные значения показателей состава тела также достоверно не различались между группами по 30-дневной летальности. Однако отмечены значимые различия по отдельным функциональным биоимпедансным параметрам. В частности, ФУ был статистически значимо ниже у пациентов с летальным исходом на всех сроках наблюдения. Также у умерших пациентов отмечались более высокие значения отношения ВКЖ/ОВ. Реактивное сопротивление было значительно ниже у пациентов с летальным исходом, что может отражать ухудшение клеточной целостности и снижение тканевого сопротивления (табл. 5).

Для оценки прогностической ценности функциональных показателей биоимпеданса в отношении показателя 30-дневной летальности был проведен ROC-анализ для ФУ, реактивного сопротивления и отношения ВКЖ/ОВ. ФУ показал диагностическую ценность на всех этапах исследования, особенно на 2 неделе проведения БИА (рис. 2).

Реактивное сопротивление и отношение ВКЖ/ОВ также продемонстрировали высокую диагностическую точность на 6–9-е и 10–14-е сутки, но на 3–5-е сутки не достигли уровня статистической значимости (рис. 3, 4).

При анализе факторов, ассоциированных с длительностью пребывания пациентов в ОРИТ, наиболее выраженные статистически значимые

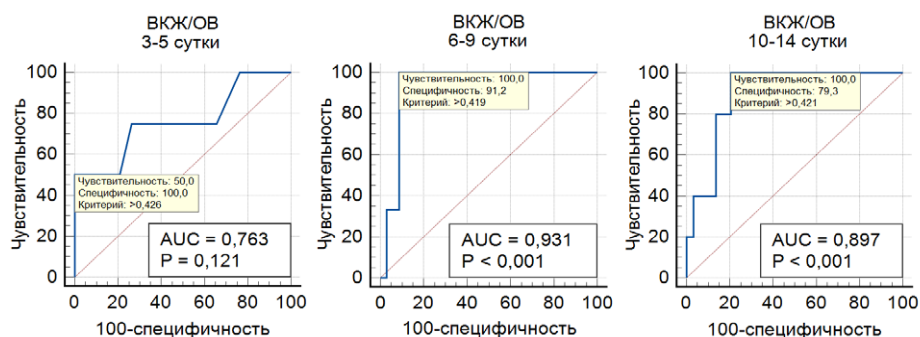


Рис. 4. ROC-кривые, демонстрирующие прогностическую значимость соотношения внеклеточной жидкости к общей воде (ВКЖ/ОВ) в отношении 30-дневной летальности у пациентов после трансплантации сердца
Fig. 4. ROC curves assessing the prognostic value of the extracellular fluid to total water ratio (ECF/TW) for 30-day mortality in heart transplant recipients

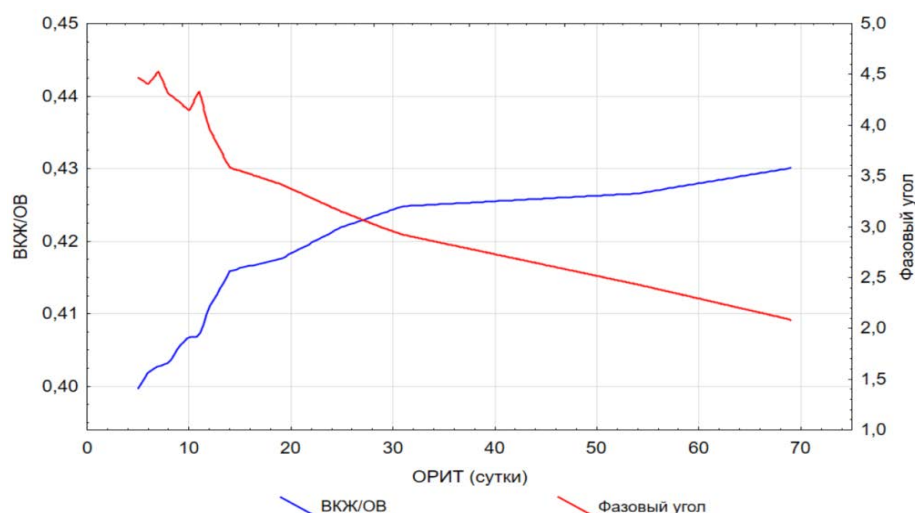


Рис. 5. Робастная локально-взвешенная регрессия между длительностью пребывания в ОРИТ и показателями биоимпедансного анализа
Fig. 5. Robust locally weighted regression between length of ICU stay and bioimpedance analysis parameters

корреляционные связи были выявлены для таких показателей БИА, как соотношение ВКЖ/ОВ и ФУ, полученных на 6–9-е сутки после операции. Так, соотношение ВКЖ/ОВ продемонстрировало положительную корреляцию с длительностью пребывания в ОРИТ ($\rho = 0,571, p = 0,0002$), а ФУ – отрицательную корреляцию ($\rho = -0,512, p = 0,001$). Показатели, полученные в другие сроки наблюдения, а также иные параметры БИА, демонстрировали либо статистически незначимые, либо слабые корреляции.

Учитывая полученные результаты, данные переменные были включены в регрессионный анализ. Робастная локально-взвешенная регрессия подтвердила наличие устойчивой положительной зависимости между ВКЖ/ОВ и длительностью пребывания в ОРИТ ($x = 1666,67 \cdot y - 667,33; r = 0,5493; p = 0,0004$), а также обратной связи с ФУ ($x = 105,34 - 22,99 \cdot y; r = -0,5613; p = 0,0003$) (рис. 5).

Обсуждение

В настоящем исследовании проанализированы данные БИА в послеоперационном периоде

(до 10–14 суток) у реципиентов сердечного трансплантата. Проведена оценка необработанных функциональных параметров БИА, индексированных значений БЖМТ и ее компонентов. В исследуемой группе выявлено статистически значимое снижение ФУ и реактивного сопротивления при одновременном нарастании гипергидратации, а также превалирование катаболизма, выражающаяся в достоверном снижении БЖМТ и ее составляющих. Эти изменения ассоциировались с гипоальбуминемией, инфекционными осложнениями, увеличением длительности пребывания в ОРИТ и 30-дневной летальностью. Наибольшую прогностическую значимость показали функциональные показатели БИА (фазовый угол, реактивное сопротивление, соотношение ВКЖ/ОВ).

Результаты выполненного нами исследования подтверждают, что функциональные параметры БИА обладают высокой прогностической значимостью, а динамический анализ компонентов состава тела является простым инструментом оценки метаболизма и НС. Вместе с тем, в литературе представлено ограниченное число работ, посвященных

применению БИА у пациентов после трансплантации сердца, что подчеркивает актуальность и новизну полученных данных. В работе J. M. Hasse et al. (2023) БИА проводилось однократно в раннем послеоперационном периоде, далее – через 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции. Авторы показали, что сниженные значения ФУ в периоперационном и раннем послеоперационном периодах ассоциировались с увеличением длительности госпитализации, более высоким числом повторных госпитализаций, связанных с инфекционными осложнениями, а также с повышенной 4-летней смертностью [9]. В то же время в исследовании D. Stellato et al. (2001) была проанализирована лишь динамика параметров биоимпеданса у небольшой выборки ($n = 8$), без изучения их связи с клиническими исходами или лабораторными показателями, что ограничивает интерпретацию полученных данных и делает их применение в клинической практике затруднительным [28].

С клинической точки зрения, полученные результаты подчеркивают значимость внедрения БИА как простого и неинвазивного инструмента мониторинга у пациентов после ТС. Особенно важна возможность оперативной оценки распределения жидкости, скрытой гипергидратации и НС, которые напрямую влияют на исход лечения в условиях ОРИТ.

Несмотря на выявленные значимые закономерности, настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов. Во-первых, исследование проводилось на относительно небольшой выборке пациентов одного центра, что снижает возможности экстраполяции данных на более широкую популяцию реципиентов. Во-вторых, наблюдение ограничивалось только ранним послеоперационным периодом (до 10–14 суток), что не позволяет оценить долгосрочные изменения состава тела и их связь с отдаленными клиническими исходами. В-третьих, все заключения основывались на анализе послеоперационных данных. Не проводилась оценка предоперационных значений параметров БИА, которые потенциально могут обладать вы-

сокой прогностической ценностью. Дополнительным ограничением является отсутствие стандартизации по полу и возрасту – оба фактора могут оказывать влияние на биоимпедансные показатели. В связи с этим, интерпретация «сырых» значений ФУ, реактивного сопротивления и других параметров может требовать приведения к стандартизированным оценкам (*Z-scores*) на основе соответствующих эталонных значений для конкретных популяций [11].

В будущем перспективным представляется включение в программу подготовки к ТС предоперационных измерений БИА, расширение временных рамок наблюдения, а также разработка и внедрение корректирующих алгоритмов для расчетных переменных. Проведение многоцентровых исследований с учетом пола, возраста, коморбидности и медикаментозной терапии позволит более точно определить роль БИА в предсказании клинических исходов и оптимизации послеоперационного ведения пациентов после ТС.

Заключение

Биоимпедансный анализ состава тела представляет собой перспективный инструмент мониторинга в ОРИТ у пациентов после трансплантации сердца. В раннем послеоперационном периоде отмечается снижение показателей безжировой массы тела и его компонентов, фазового угла, а также нарастание гипергидратации за счет увеличения доли внеклеточной жидкости. Эти изменения ассоциированы с гипоальбуминемией, инфекционными осложнениями, более длительным пребыванием в ОРИТ и повышенной 30-дневной летальностью. Наибольшую прогностическую значимость продемонстрировали функциональные показатели БИА (фазовый угол, реактивное сопротивление, соотношение ВКЖ/ОВ), что указывает на их потенциал в ранней стратификации риска и оптимизации нутритивной поддержки у данной когорты пациентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Вклад каждого из авторов: Каншаов Н. З. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста статьи, утверждение рукописи для публикации, перевод статей; Крюкова А. Е. – сбор и обработка материала, утверждение рукописи для публикации; Лейдерман И. Н. – концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение рукописи для публикации; Маричев А. О. – редактирование, утверждение рукописи для публикации.

The contribution of the authors. All the authors made a significant contribution to the preparation of the article, read and approved the final version before publication. Contribution of each of the authors: Kansaov N. Z. – study concept and design, data collection and processing, statistical analysis, manuscript drafting, manuscript approval for publication, translation of articles; Kryukova A. E. – data collection and processing, manuscript approval for publication; Leyderman I. N. – study concept and design, editing, manuscript approval for publication; Marichev A. O. – editing, manuscript approval for publication.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. Гальявич А. С., Терешченко С. Н., Ускач Т. М. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024 // Российский кардиологический журнал. – 2024. – Т. 29, № 11. – С. 6162. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6162>.
2. Готье С. В., Хомяков С. М. Донорство и трансплантация органов в Российской Федерации в 2023 году. XVI сообщение регистра Российского трансплантологического общества // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2024. – Т. 26, № 3. – С. 8–31. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2024-3-8-31>.
3. Драпкина О. М., Скрипникова И. А., Яралиева Э. К. и др. Состав тела у пациентов с хронической сердечной недостаточностью // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2022. – Т. 21, № 12. – С. 3451. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3451>.
4. Поляков Д. С., Фомин И. В., Беленков Ю. Н. и др. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА-ХСН // Кардиология. – 2021. – Т. 61, № 4. – С. 4–14. <https://doi.org/10.18087/cardio.2021.4.n1628>.
5. Carro A., Panisello J. M., Coats A. J. S. Nutritional status in advanced heart failure and heart transplant patients // Revista Española de Cardiología (English Edition). – 2017. – Vol. 70, № 8. – P. 626–628. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2017.02.005>.
6. Earthman C. P. Body composition tools for assessment of adult malnutrition at the bedside: a tutorial on research considerations and clinical applications // J Parenter Enteral Nutr. – 2015. – Vol. 39, № 7. – P. 787–822. <https://doi.org/10.1177/0148607115595227>.
7. Fiaccadori E., Morabito S., Cabassi A. et al. Body cell mass evaluation in critically ill patients: killing two birds with one stone // Crit Care. – 2014. – Vol. 18, № 3. – P. 139. <https://doi.org/10.1186/cc13852>.
8. Hashizume N., Tanaka Y., Yoshida M. et al. Resting energy expenditure prediction using bioelectrical impedance analysis in patients with severe motor and intellectual disabilities // Brain and Development. – 2019. – Vol. 41, № 4. – P. 352–358. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2018.11.003>.
9. Hasse J. M., van Zyl J. S., Felius J. et al. Bioimpedance spectroscopy in heart transplantation: posttransplant changes in body composition and effects in outcomes // Transplantation. – 2023. – Vol. 107, № 11. – P. e305–e317. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000004678>.
10. Jain V., Karim A., Bansal A. et al. Relation of malnutrition to outcome following orthotopic heart transplantation // The American Journal of Cardiology. – 2021. – Vol. 142. – P. 156–157. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.12.056>.
11. Jansen A. K., Gattermann T., da Silva Fink J. et al. Low standardized phase angle predicts prolonged hospitalization in critically ill patients // Clinical Nutrition ESPEN. – 2019. – Vol. 34. – P. 68–72. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.08.011>.
12. Kim H., Levy K., Cassiere H. et al. Use of bioimpedance spectroscopy for postoperative fluid management in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass // Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia. – 2024. – Vol. 38, № 11. – P. 2661–2667. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2024.08.003>.
13. Lima J., Eckert I., Gonzalez M. C. et al. Prognostic value of phase angle and bioelectrical impedance vector in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis of observational studies // Clinical Nutrition. – 2022. – Vol. 41, № 12. – P. 2801–2816. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.10.010>.
14. Lukaski H. C., Kyle U. G., Kondrup J. Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: phase angle and impedance ratio // Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. – 2017. – Vol. 20, № 5. – P. 330–339. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000387>.
15. Malbrain M. L. N. G., Huygh J., Dabrowski W. et al. The use of bio-electrical impedance analysis (BIA) to guide fluid management, resuscitation and deresuscitation in critically ill patients: a bench-to-bedside review // Anaesthesiol Intensive Ther. – 2014. – Vol. 46, № 5. – P. 381–391. <https://doi.org/10.5603/AIT.2014.0061>.
16. Marra M., Sammarco R., De Lorenzo A. et al. Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (BIA) and dual energy X-Ray absorptiometry (DXA): a critical overview // Contrast Media & Molecular Imaging. – 2019. – Vol. 2019. – P. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/3548284>.
17. McDonagh T. A., Metra M., Adamo M. et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure // European Heart Journal. – 2021. – Vol. 42, № 36. – P. 3599–3726. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>.
18. Mendonça D. D., da Silva W. V. R., Souza G. C. et al. Body composition and survival in patients with heart failure // JACC: Heart Failure. – 2025. – Vol. 13, № 6. – P. 943–954. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2025.01.016>.
19. Moonen H. P. F. X., Van Zanten A. R. H. Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness // Current Opinion in Critical Care. – 2021. – Vol. 27, № 4. – P. 344–353. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000840>.
1. Galyavich A. S., Tereshchenko S. N., Uskach T. M. et al. 2024 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russ J Cardiol*, 2024, vol. 29, no. 11, pp. 6162. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6162>.
2. Gautier S. V., Khomyakov S. M. Organ donation and transplantation in the Russian Federation in 2023. 16th Report from the Registry of the Russian Transplant Society. *RJTAO*, 2024, vol. 26, no. 3, pp. 8–31. (In Russ.). <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2024-3-8-31>.
3. Drapkina O. M., Skripnikova I. A., Yarialieva E. K. et al. Body composition in patients with heart failure. *Cardiovasc Ther Prev*, 2022, vol. 21, no. 12, pp. 3451. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3451>.
4. Polyakov D. S., Fomin I. V., Belenkov Yu. N. et al. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed over 20 years of follow-up? Results of the EPOCH-CHF study. *Kardiologiya*, 2021, vol. 61, no. 4, pp. 4–14. <https://doi.org/10.18087/cardio.2021.4.n1628>. (In Russ.).
5. Carro A., Panisello J. M., Coats A. J. S. Nutritional status in advanced heart failure and heart transplant patients. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 2017, vol. 70, no. 8, pp. 626–628. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2017.02.005>.
6. Earthman C. P. Body composition tools for assessment of adult malnutrition at the bedside: a tutorial on research considerations and clinical applications. *J Parenter Enteral Nutr*, 2015, vol. 39, no. 7, pp. 787–822. <https://doi.org/10.1177/0148607115595227>.
7. Fiaccadori E., Morabito S., Cabassi A. et al. Body cell mass evaluation in critically ill patients: killing two birds with one stone. *Crit Care*, 2014, vol. 18, no. 3, pp. 139. <https://doi.org/10.1186/cc13852>.
8. Hashizume N., Tanaka Y., Yoshida M. et al. Resting energy expenditure prediction using bioelectrical impedance analysis in patients with severe motor and intellectual disabilities. *Brain and Development*, 2019, vol. 41, no. 4, pp. 352–358. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2018.11.003>.
9. Hasse J. M., van Zyl J. S., Felius J. et al. Bioimpedance spectroscopy in heart transplantation: posttransplant changes in body composition and effects in outcomes. *Transplantation*, 2023, vol. 107, no. 11, pp. e305–e317. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000004678>.
10. Jain V., Karim A., Bansal A. et al. Relation of malnutrition to outcome following orthotopic heart transplantation. *The American Journal of Cardiology*, 2021, vol. 142, pp. 156–157. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.12.056>.
11. Jansen A. K., Gattermann T., da Silva Fink J. et al. Low standardized phase angle predicts prolonged hospitalization in critically ill patients. *Clinical Nutrition ESPEN*, 2019, vol. 34, pp. 68–72. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.08.011>.
12. Kim H., Levy K., Cassiere H. et al. Use of bioimpedance spectroscopy for postoperative fluid management in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2024, vol. 38, no. 11, pp. 2661–2667. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2024.08.003>.
13. Lima J., Eckert I., Gonzalez M. C. et al. Prognostic value of phase angle and bioelectrical impedance vector in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Clinical Nutrition*, 2022, vol. 41, no. 12, pp. 2801–2816. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.10.010>.
14. Lukaski H. C., Kyle U. G., Kondrup J. Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: phase angle and impedance ratio. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 2017, vol. 20, no. 5, pp. 330–339. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000387>.
15. Malbrain M. L. N. G., Huygh J., Dabrowski W. et al. The use of bio-electrical impedance analysis (BIA) to guide fluid management, resuscitation and deresuscitation in critically ill patients: a bench-to-bedside review. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 2014, vol. 46, no. 5, pp. 381–391. <https://doi.org/10.5603/AIT.2014.0061>.
16. Marra M., Sammarco R., De Lorenzo A. et al. Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (BIA) and dual energy X-Ray absorptiometry (DXA): a critical overview. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2019, vol. 2019, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/3548284>.
17. McDonagh T. A., Metra M., Adamo M. et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*, 2021, vol. 42, no. 36, pp. 3599–3726. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>.
18. Mendonça D. D., da Silva W. V. R., Souza G. C. et al. Body composition and survival in patients with heart failure. *JACC: Heart Failure*, 2025, vol. 13, no. 6, pp. 943–954. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2025.01.016>.
19. Moonen H. P. F. X., Van Zanten A. R. H. Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness. *Current Opinion in Critical Care*, 2021, vol. 27, no. 4, pp. 344–353. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000840>.

20. Mulasi U., Kuchnia A. J., Cole A. J. et al. Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities // *Nut in Clin Pract.* – 2015. – Vol. 30, № 2. – P. 180–193. <https://doi.org/10.1177/0884533614568155>.
21. Mundi M. S., Patel J. J., Martindale R. Body composition technology: implications for the ICU // *Nut in Clin Pract.* – 2019. – Vol. 34, № 1. – P. 48–58. <https://doi.org/10.1002/ncp.10230>.
22. Myatchin I., Abraham P., Malbrain M. L. N. G. Bio-electrical impedance analysis in critically ill patients: are we ready for prime time? // *J Clin Monit Comput.* – 2020. – Vol. 34, № 3. – P. 401–410. <https://doi.org/10.1007/s10877-019-00439-0>.
23. Rahman A., Jafry S., Jeejeebhoy K. et al. Malnutrition and Cachexia in Heart Failure // *J Parenter Enteral Nutr.* – 2016. – Vol. 40, № 4. – P. 475–486. <https://doi.org/10.1177/0148607114566854>.
24. Scicchitano P., Massari F. The role of bioelectrical phase angle in patients with heart failure // *Rev Endocr Metab Disord.* – 2023. – Vol. 24, № 3. – P. 465–477. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09757-2>.
25. Sheean P., Gonzalez M. C., Prado C. M. et al. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition Clinical Guidelines: the validity of body composition assessment in clinical populations // *J Parenter Enteral Nutr.* – 2020. – Vol. 44, № 1. – P. 12–43. <https://doi.org/10.1002/jpen.1669>.
26. Singer P., Blaser A. R., Berger M. M. et al. ESPEN practical and partially revised guideline: Clinical nutrition in the intensive care unit // *Clinical Nutrition.* – 2023. – Vol. 42, № 9. – P. 1671–1689. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.07.011>.
27. Söderström L., Rosenblad A., Thors Adolffson E. et al. Malnutrition is associated with increased mortality in older adults regardless of the cause of death // *Br J Nutr.* – 2017. Vol. 117, № 4. – P. 532–540. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000435>.
28. Stellato D., Cirillo M., De Santo L. S. et al. Bioelectrical impedance analysis in heart transplantation: Early and late changes // *Seminars in Nephrology.* – 2001. – Vol. 21, № 3. – P. 282–285. <https://doi.org/10.1053/snep.2001.21658>.
29. Ward L. C., Brantlov S. Bioimpedance basics and phase angle fundamentals // *Rev Endocr Metab Disord.* – 2023. – Vol. 24, № 3. – P. 381–391. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09780-3>.
20. Mulasi U., Kuchnia A. J., Cole A. J. et al. Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities. *Nut in Clin Pract*, 2015, vol. 30, no. 2, pp. 180–193. <https://doi.org/10.1177/0884533614568155>.
21. Mundi M. S., Patel J. J., Martindale R. Body composition technology: implications for the ICU. *Nut in Clin Pract*, 2019, vol. 34, no. 1, pp. 48–58. <https://doi.org/10.1002/ncp.10230>.
22. Myatchin I., Abraham P., Malbrain M. L. N. G. Bio-electrical impedance analysis in critically ill patients: are we ready for prime time? *J Clin Monit Comput*, 2020, vol. 34, no. 3, pp. 401–410. <https://doi.org/10.1007/s10877-019-00439-0>.
23. Rahman A., Jafry S., Jeejeebhoy K. et al. Malnutrition and Cachexia in Heart Failure. *J Parenter Enteral Nutr*, 2016, vol. 40, no. 4, pp. 475–486. <https://doi.org/10.1177/0148607114566854>.
24. Scicchitano P., Massari F. The role of bioelectrical phase angle in patients with heart failure. *Rev Endocr Metab Disord*, 2023, vol. 24, no. 3, pp. 465–477. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09757-2>.
25. Sheean P., Gonzalez M. C., Prado C. M. et al. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition Clinical Guidelines: the validity of body composition assessment in clinical populations. *J Parenter Enteral Nutr*, 2020, vol. 44, no. 1, pp. 12–43. <https://doi.org/10.1002/jpen.1669>.
26. Singer P., Blaser A. R., Berger M. M. et al. ESPEN practical and partially revised guideline: Clinical nutrition in the intensive care unit. *Clinical Nutrition*, 2023, vol. 42, no. 9, pp. 1671–1689. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2023.07.011>.
27. Söderström L., Rosenblad A., Thors Adolffson E. et al. Malnutrition is associated with increased mortality in older adults regardless of the cause of death. *Br J Nutr*, 2017, vol. 117, no. 4, pp. 532–540. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000435>.
28. Stellato D., Cirillo M., De Santo L. S. et al. Bioelectrical impedance analysis in heart transplantation: Early and late changes. *Seminars in Nephrology*, 2001, vol. 21, no. 3, pp. 282–285. <https://doi.org/10.1053/snep.2001.21658>.
29. Ward L. C., Brantlov S. Bioimpedance basics and phase angle fundamentals. *Rev Endocr Metab Disord*, 2023, vol. 24, no. 3, pp. 381–391. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09780-3>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» МЗ РФ,
197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2

Канишов Назир Заурович

врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации № 7, Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова.
E-mail: nazir_07@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-1995-6171, SPIN: 4451-5972

Крюкова Анна Евгеньевна

врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации № 7, Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова.
E-mail: anechka5a@mail.ru, ORCID: 0009-0001-4972-0100

Лейдерман Илья Наумович

д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии с клиникой, Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова.
E-mail: inl230970@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8519-7145, SPIN: 7118-6680

Маричев Александр Олегович

канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии с клиникой, зав. отделением анестезиологии-реанимации № 7, Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова.
E-mail: doc@amarichev.ru, ORCID: 0000-0002-7753-118X, SPIN: 6104-6270

INFORMATION ABOUT AUTORS:

Almazov National Medical Research Centre,
2, Akkuratova str., Saint Petersburg, Russia, 197341

Kanshaov Nazir Z.

Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care № 7, Almazov National Medical Research Centre.
E-mail: nazir_07@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-1995-6171, SPIN: 4451-5972

Kryukova Anna E.

Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care № 7, Almazov National Medical Research Centre.
E-mail: anechka5a@mail.ru, ORCID: 0009-0001-4972-0100

Leyderman Ilya N.

Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care with Clinic, Almazov National Medical Research Centre.
E-mail: inl230970@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8519-7145, SPIN: 7118-6680

Marichev Alexandr O.

Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care with Clinic, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care № 7, Almazov National Medical Research Centre.
E-mail: doc@amarichev.ru, ORCID: 0000-0002-7753-118X, SPIN: 6104-6270