https://doi.org/10.21320/1818-474X-2025-4-148-157

Ранняя неинвазивная оценка тяжести миокардиальной дисфункции при сепсисе: ретроспективное наблюдательное исследование

Л.А. Кричевский[1,2,*], Л.Р. Абдуллина[2], О.С. Шипилова[2], О.В. Игнатенко[1,4]

[1] *ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия*

[2] *ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия*

Реферат

АКТУАЛЬНОСТЬ: Ранняя прогностически ориентированная оценка тяжести клинического состояния играет ключевую роль при сепсисе, определяя лечебную тактику, маршрутизацию, выбор и последовательность мер интенсивной терапии. **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Определить ранние, прогностически значимые признаки тяжелой миокардиальной дисфункции при абдоминальном сепсисе. **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** Ретроспективно обследовали 40 больных абдоминальным сепсисом. Регистрировали общеклинические и лабораторные показатели, параметры кровообращения, данные эхокардиографии, исходы госпитализации. В зависимости от исхода пациенты были разделены на 2 группы. Для оценки разделительной способности независимых переменных был выполнен анализ ROC-кривых (receiver operating characteristic — кривая получаемых рабочих характеристик), включая только показатели, различающиеся между группами. **РЕЗУЛЬТАТЫ:** Предикторами неблагоприятного исхода сепсиса оказались: высокая частота сердечных сокращений (ЧСС) (площадь под кривой [ППК] = 0,7; cut-off [точка отсечения] > 93, 95%-й доверительный интервал [95% ДИ] = 0,524–0,844; p = 0,027); снижение фракции изгнания левого желудочка (ФИЛЖ) (ППК = 0,68, cut-off <52 %, 95% ДИ = 0,495–0,822; p = 0,027), значение шкалы SOFA (Sequential Organ Failure Assessment (ППК = 0,69; cut-off > 6; 95% ДИ = 0,519–0,825; p = 0,034) и уровень лактата (ППК = 0,87; cut-off > 3,74; 95% ДИ = 0,706–0,968; p = 0,0001). Выявили

Early noninvasive assessment of the severity of myocardial dysfunction in sepsis: a retrospective observational study

L.A. Krichevskiy[1,2,*], L.R. Abdullina[2], O.S. Shipilova[2], O.V. Ignatenko[1,2]

[1] *Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia*

[2] *S.S. Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia*

Abstract

INTRODUCTION: Early and rapid assessment of the severity and prognosis of severe sepsis is an essential part of sepsis intensive care. It determines the pace and intensity of treatment measures and the routing process of patients in the first hours after hospitalization. **OBJECTIVE:** To identify early, prognostically significant signs of severe myocardial dysfunction in abdominal sepsis. **MATERIALS AND METHODS:** A total of 40 patients with abdominal sepsis were retrospectively examined. General clinical and laboratory parameters, circulatory parameters, echocardiography data, and hospitalization outcomes were recorded. Depending on the outcome, patients were divided into 2 groups. To assess the separating ability of independent variables, ROC analysis was performed, including only the indicators that differed between the groups. **RESULTS:** Predictors of unfavorable outcome of sepsis were high heart rate (HR; AUC = 0.7, cut-off > 93, 95% CI = 0.524–0.844, p = 0.027), decreased left ventricular ejection fraction (LVEF, AUC = 0.68, cut-off < 52 %, 95% CI = 0.495–0.822, p = 0.027), SOFA scale value (AUC = 0.69, cut-off > 6, 95% CI = 0.519–0.825, p = 0.034) and lactate level (AUC = 0.87, cut-off > 3.74, 95% CI = 0.706–0.968, p = 0.0001). A new index was identified — the ratio of HR to LVEF (HR/LVEF), which has advantages over standard parameters. The proposed indicator significantly (p = 0.0003) differed between the groups (1.29 [1.16–1.53] min^{-1} with a favorable outcome and 1.87 [1.55–2.49] min^{-1} with an unfavorable outcome). When analyzing the ROC curve of the effect of this index on the treatment outcome, the area was 0.86

новый индекс — отношение ЧСС к ФИЛЖ, который имеет преимущества перед стандартными параметрами. Предлагаемый показатель качественно (p = 0,0003) различался между группами: 1,29 (1,16–1,53) мин$^{-1}$ при благоприятном и 1,87 (1,55–2,49) мин$^{-1}$ при неблагоприятном исходе. При анализе ROC-кривой влияния данного индекса на исход лечения площадь составила 0,86 (95% ДИ: 0,696–0,954), p < 0,0001, значение cut-off > 1,61 мин$^{-1}$ (чувствительность — 75 %, специфичность — 90 %). **ВЫВОДЫ:** Ранними признаками неблагоприятного течения абдоминального сепсиса являются тахикардия, снижение ФИЛЖ, повышенные значения шкалы SOFA, но наиболее достоверно (p < 0,001) — гиперлактатемия. Вычисление отношения ЧСС/ФИЛЖ позволяет качественно улучшить информативность эхокардиографического скрининга.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: шок, сепсис, интенсивная терапия

* *Для корреспонденции:* Кричевский Лев Анатольевич — д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии им. профессора Е.А. Дамир ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, заведующий отделением анестезиологии реанимации № 2 ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия; e-mail: levkrich72@gmail.com

Для цитирования: Кричевский Л.А., Абдуллина Л.Р., Шипилова О.С., Игнатенко О.В. Ранняя неинвазивная оценка тяжести миокардиальной дисфункции при сепсисе: ретроспективное наблюдательное исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2025; 4:148–157. https://doi.org/10.21320/1818-474X-2025-4-148-157

Поступила: 10.02.2025
Принята к печати: 18.08.2025

(95% CI: 0.696–0.954), p < 0.0001; cut-off value > 1.61 min^{-1} (sensitivity — 75 %, specificity — 90 %). **CONCLUSIONS:** Early signs of an unfavorable course of abdominal sepsis are tachycardia, decreased LVEF, increased SOFA scale values, but the most reliable (p < 0.001) is hyperlactatemia. Calculating the HR/LVEF ratio allows us to qualitatively improve the information content of echocardiographic screening.

KEYWORDS: shock, sepsis, critical care

* *For correspondence:* Lev A. Krichevskiy — Dr. Med. Sci., Professor of the Department of Anesthesiology and Resuscitation named after Professor E.A. Damir of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, S.S. Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia; e-mail: levkrich72@gmail.com

For citation: Krichevskiy L.A., Abdullina L.R., Shipilova O.S., Ignatenko O.V. Early noninvasive assessment of the severity of myocardial dysfunction in sepsis: a retrospective observational study. Annals of Critical Care. 2025; 4:148–157. https://doi.org/10.21320/1818-474X-2025-4-148-157

Received: 10.02.2025
Accepted: 18.08.2025

DOI: 10.21320/1818-474X-2025-4-148-157

Введение

Ранняя и быстрая оценка тяжести и прогноза сепсиса — важнейшая часть интенсивной терапии сепсиса. Это определяет темп, интенсивность лечебных мероприятий, а также маршрутизацию больных в первые часы после госпитализации [1]. Традиционным методическим приемом для клинической оценки больных в повседневной практике реаниматолога являются специальные шкалы, такие как SOFA (Sequential Organ Failure Assessment — шкала оценки органной недостаточности, риска смертности и сепсиса у пациентов в отделении интенсивной терапии и реанимации), APACHE (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation — шкала тяжести состояния и прогнозирования летального исхода у взрослых пациентов в отделении интенсивной терапии) и т. п. [2, 3]. Вместе с тем пристальное внимание уделяют поиску оптимальных путей ранней диагностики нарушений кровообращения. В аспекте мониторинга гемодинамики принята эскалационная тактика — от простого к сложному. При этом информативность метода инвазивного термодилюционного мониторинга (прежде всего транспульмональной термодилюции) сомнений не вызывает [4–7]. Наоборот, клиническое значение такого распространенного и простого инструмента первичного обследования, как при-

кроватная «фокусная» эхокардиография, так и не было четко определено. Исследователи либо прямо указывают на отсутствие пользы от эхокардиографии при сепсисе [4], либо выделяют разнонаправленные, но одинаково неблагоприятные сдвиги фракции изгнания левого желудочка (ФИЛЖ) [1, 4, 8]. При этом снижение ФИЛЖ рассматривают как сепсис-индуцированную миокардиальную дисфункцию, а стойкое увеличение ФИЛЖ на фоне сохраняющейся относительной гиповолемии — как косвенное проявление вазоплегического шока и капиллярной утечки [6–8]. Можно полагать, что широко обсуждаемый в последние годы полиморфизм септического процесса [9] играет значимую роль в многообразии его клинических и гемодинамических проявлений [1–7]. Таким образом, отсутствие простого способа неинвазивной первичной оценки гемодинамики при сепсисе является очевидной клинической проблемой. Поиск алгоритма простой быстрой оценки риска неблагоприятного исхода абдоминального сепсиса имеет несомненную актуальность.

Цель исследования

Определить ранние, прогностически значимые признаки тяжелой миокардиальной дисфункции при абдоминальном сепсисе.

Материалы и методы

Проведено пилотное ретроспективное наблюдательное исследование прогностического влияния исходных клинико-лабораторных и эхокардиографических показателей на результат лечения абдоминального сепсиса. Данное исследование по материалам архивированных медицинских карт пациента не потребовало каких-либо интервенций. Все использованные данные анонимизированы. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ ГКБ им. С.С. Юдина, протокол № 5 от 02.03.2022.

Исходя из дизайна планируемого исследования, определили объем выборки, необходимый для межгруппового сравнительного анализа. При уровне значимости (α) 0,05 и мощности критерия (1–β) 0,80 минимальный объем каждой из групп, достаточный для корректной оценки, составил n = 18, общий минимальный объем выборки — n = 36.

Использованы следующие критерии включения: возраст старше 18 лет, наличие абдоминального сепсиса по критериям клинических рекомендаций «Септический шок у взрослых» 2024 г. Министерства здравоохранения Российской Федерации [10], значения прокальцитонина > 2, SOFA > 1, APACHE II > 10, лактат > 2 ммоль. Критерии исключения: сепсис или шок иного генеза, хроническая сердечная недостаточность со сниженной фракцией выброса левого желудочка (исходная ФИЛЖ > 55 %), нарушения ритма в виде пароксизмальных тахикардий. Критерии невключения: летальный исход в течение 6 ч после госпитализации, беременные, родильницы.

В соответствии с указанными критериями в исследование включены 40 пациентов (мужчин — 22, женщин — 18) в возрасте 64 (57–74) лет. Все пациенты доставлены по каналу скорой медицинской помощи. Диагнозы и выполненные в течение госпитализации оперативные вмешательства представлены в таблицах 1 и 2.

При включении в исследование регистрировались общеклинические лабораторные показатели, такие как общий клинический анализ крови, С-реактивный белок, прокальцитонин, лактат, а также параметры неинвазивного мониторинга кровообращения, такие как артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС), регистрация эхокардиографии, оценка сердечного ритма. Регистрировали длительность и исходы госпитализации. Всем больным выполнена фокусная эхокардиография (point of care ultrasound), в которой оценивались следующие параметры: конечный диастолический объем, конечный систолический объем, конечный диастолический размер, конечный систолической размер, ФИЛЖ, толщина задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки; систолическое давление в легочной артерии (СДЛА). Для определения объемных показателей использовался метод дисков Simpson, СДЛА определялось как производная от времени ускорения допплеровского потока в легочной артерии.

Всем пациентам были проведены: инфузионная терапия сбалансированными кристаллоидными растворами, антибактериальная терапия, а также при необходимости вазопрессорная поддержка в соответствии с протоколом клинических рекомендации «Септический шок у взрослых» 2024 г. Министерства здравоохранения Российской Федерации [10, 11]. Соответственно, 34 (85 %) больным проведена вазопрессорная и/или инотропная поддержка (целевое среднее артериальное давление составило > 65 мм рт. ст.) норэпинефрином, эпинефрином или добутамином, которые ввели внутривенно, 6 (15 %) пациентов не требовали симпатомиметической терапии [10]. Норэпинефрин использовался в качестве препарата выбора вазопрессорной поддержки. У пациентов с септическим шоком, сопровождающимся нарушением сократительной способности миокарда, или при высоких дозах норэпинефрина (более 0,5 мкг/кг/мин) для восстановления среднего артериального давления применялся эпинефрин в виде внутривенной инфузии в дозе 0,03–0,8 мкг/кг/мин в качестве симпатомиметического препарата второй линии. Также с целью инотропной поддержки у пациентов с септической кардиомиопатией применялся добутамин — внутривенная инфузия в дозе 3–8 мкг/кг/мин. Антибактериальную терапию проводили исходя

из рекомендаций стратегии контроля антимикробной терапии (СКАТ) [12], затем корректировали по результатам микробиологических исследований. Все антибактериальные препараты вводили внутривенно, дозы корректировали в соответствии со скоростью клубочковой фильтрации. Пациентам, стратифицированным по СКАТ I, проводилась антибактериальная терапия ампициллином + сульбактамом. По СКАТ II проводилась антибактериальная терапия цефепимом + сульбактамом. По СКАТ III проводилась антибактериальная терапия имипенемом + циластатином. Респираторная поддержка потребовалась 26 (65 %) пациентам, остальные 14 (35 %) были респираторно стабильные. При этом 19 (47,5 %) больным проводилась искусственная вентиляция легких в протективном режиме (фракция кислорода (FiO_2) — 30–40 %, положительное давление в конце выдоха — 6–8 см вод. ст., дыхательный объем — 6 мл/кг идеальной массы тела). Трем (7,5 %) пациентам проводилась неинвазивная искусственная вентиляция легких с параметрами: FiO_2 — 40–50 %, положительное давление в конце выдоха — 8–10 см вод. ст., давление поддержки — 10–12 см вод. ст.; 4 (10 %) пациентам проводилась инсуффляция кислорода со скоростью потока 5–7 л/мин. Продленная гемодиафильтрация проведена 8 (20 %) пациентам.

Статистическая обработка. Архивирование и обработка полученных данных выполнены с помощью коммерческих программ Microsoft Office Excel 2013 (15.0) и MedCalc v14.8.1. Соответствие распределения данных нормальному определено с помощью критериев Шапиро—Уилка и Шапиро—Франка. Данные, имевшие нормальное распределение, представлены в виде среднеарифметических величин (M) и стандартных отклонений (σ). При ненормальном распределении данные представлены в виде медианы (Me) и 25–75-го процентилей. Рассчитывалась средняя частота признаков (p). В зависимости от характера распределения данных межгрупповые отличия оценивались по критерию Стьюдента (при нормальном распределении) или критерию Манна—Уитни (при ненормальном распределении). Оценивали корреляционные связи между показателями с вычислением коэффициента Пирсона (r). С помощью логистической регрессии оценивали влияние независимых переменных на зависимую, закодированную бинарно. Для оценки характеристик разделительной способности независимых переменных выполнен анализ ROC-кривых с определением площади под ROC-кривой (ППК), 95%-го доверительного интервала (95% ДИ), порогового значения cut-off (по критерию Юдена) и его чувствительности и специфичности.

Таблица 1. Заболевания у обследованных больных

Table 1. Diseases in the examined patients

Заболевания брюшной полости	*n* (%)
Онкоассоциированная кишечная непроходимость	13 (32,5 %)
Спаечная кишечная непроходимость	2 (5 %)
Острый деструктивный панкреатит	6 (15 %)
Перфорация полого органа (желудка, кишечника)	5 (12,5 %)
Нарушения мезентериального кровоснабжения	5 (12,5 %)
Острый холангит	9 (22,5)

Таблица 2. Оперативные вмешательства у обследованных больных

Table 2. Surgical interventions in the examined patients

Операции	*n* (%)
Эндоскопическое стентирование опухолевого стеноза	8 (18,5 %)
Адгезиолизис	2 (5 %)
Ушивание дефекта полого органа (желудка, кишечника), санация, дренирование брюшной полости	5 (13 %)
Обструктивная резекция участка некротизированного участка кишки и последующее наложение анастомоза (вторым этапом)	4 (11 %)
Выведение колостомы	6 (15 %)
Ретроградная панкреатохолангиография	9 (22,5 %)
Дренирование абсцессов/жидкостных скоплений брюшной полости под ультразвуковым контролем	6 (15 %)

Межгрупповые различия, связи и зависимости показателей считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Пациенты были разделены на 2 группы по исходу госпитализации (группа 1 — выжившие [$n = 21$], группа 2 — летальный исход [$n = 19$]). В таблице 3 представлены клинические, эхокардиографические и лабораторные параметры в исследуемых группах.

Группа летального исхода (группа 2) по сравнению с выписанными пациентами (группа 1) имела большую оценку по шкале SOFA, тахикардию, снижение ФИЛЖ ($p < 0,05$), а также статистически значимо повышенный уровень лактата ($p < 0,001$). Остальные клинические, лабораторные, гемодинамические и эхокардиографические показатели (табл. 3) не различались ($p > 0,05$) между группами. Стоит отметить лишь тенденцию ($p < 0,1$) к более старшему возрасту в группе 2.

Далее различающиеся между группами параметры были включены в анализ ROC-кривых влияния на исход. Было установлено, что все данные показатели (SOFA, ЧСС, ФИЛЖ и лактат) имели значимое влияние на исход лечения (рис. 2–5; ППК > 0,6; $p < 0,05$). При этом

Таблица 3. Клинические, эхокардиографические и лабораторные параметры в исследуемых группах при поступлении в стационар

Table 3. Clinical, echocardiographic and laboratory parameters on admission to hospital

Параметры	Группа 1	Группа 2	*p*
SOFA, баллы	6 (2–8)	8 (6–8,5)	0,034
APACHE II, баллы	16,5 (14,3–20)	21 (18–27)	0,122
Рост, см	169,5 (160–179)	170 (162–170)	0,99
Масса, кг	70,5 (65–80)	74 (64–80)	0,47
Возраст, лет	62 (42,5–68)	67 (59–80)	0,071
Норэпинефрин, мкг/кг/мин	0,8 (0,37–0,9)	0,8 (0,55–1,2)	0,67
Эпинефрин, мкг/кг/мин	0,6 (0,4–0,74)	0,59 (0,32–0,67)	0,57
Добутамин, мкг/кг/мин	0,57 (0,34–0,74)	0,6 (0,4–0,8)	0,51
АДср., мм рт. ст.	73,5 (72,9–77,8)	86 (71,5–93,5)	0,551
ЧСС, мин$^{-1}$	85 (80,75–91,5)	103 (80–120)	0,038
ФИЛЖ, %	63,5 (59,25–64,4)	59 (47,5–66)	0,027
КДР ЛЖ, см	4,5 (4–4,8)	5 (4,47–5,57)	0,786
КСР ЛЖ, см	2,6 (2,55–3)	3 (2,8–4,25)	0,093
МЖП, см	1 (1,0–1,35)	1,29 (1,12–1,3)	0,667
ЗСЛЖ, см	1,05 (0,93–1,4)	1,1 (0,98–1,27)	0,754
ЛП1, см	3,8 (3.47–4,25)	4,2 (3,6–4,5)	0,162
ЛП2, см	4,7 (4,2–5)	4,8 (4,6–5,3)	0,165
ПП1, см	3,6 (3,45–3,7)	3,6 (3,5–4,05)	0,187
ПП2, см	4,5 (4,25–4,6)	4,6 (4,27–4,8)	0,906
СДЛА, мм рт. ст.	32,5 (29,3–44)	37 (27,2–40,5)	0,782
Лактат, ммоль/л	2,6 (2–3,5)	8 (4–13)	0,0002
Гемоглобин, г/л	86 (75–98,5)	90,5 (73,5–118,5)	0,258
Лейкоциты, ×10^9/л	12,8 (10,25–21,65)	17 (9,3–19,8)	0,822
Тромбоциты, 1000/мкл	224 (166–367)	77 (58–116)	0,0735

АДср. — среднее артериальное давление; ЗСЛЖ — задняя стенка левого желудочка; КДР — конечно-диастолический размер; КСР — конечно-систолический размер; ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие (размеры — 1 и 2); МЖП — межжелудочковая перегородка; ПП — правое предсердие (размеры 1 и 2); СДЛА — систолическое давление в легочной артерии; ФИЛЖ — фракция изгнания левого желудочка; ЧСС — частота сердечных сокращений; APACHE — acute physiology and chronic health evaluation, разработана для измерения степени тяжести заболевания у взрослых пациентов, поступающих в отделение интенсивной терапии и прогнозирования смертности; SOFA — sequential organ failure assessment.

лактат имел наиболее значимое влияние (ППК = 0,88; p = 0,0001).

Далее представлена таблица, в которой отображены результаты ROC-анализа зависимости исхода от значения анализируемых параметров.

Далее представлены ROC-кривые зависимости исхода от значения параметра, показавшего предикторную значимость.

В рамках дальнейшего научного поиска был предложен новый гемодинамический параметр — отношение ЧСС/ФИЛЖ, который включает два выявленных на предыдущем этапе достоверных предиктора неблагоприятного исхода: ЧСС (неблагоприятные значения выше в числителе) и ФИЛЖ (неблагоприятные значения ниже в знаменателе). Анализ значения отношения ЧСС/ФИЛЖ в выделенных группах (рис. 5) позволил

Таблица 4. Результаты ROC-анализа зависимости исхода от значения анализируемых параметров

Table 4. Results of ROC-analysis of outcome dependence on the value of the analysed parameters

Параметры	ППК	ДИ	*p*	Cut-off	Чувствительность	Специфичность
SOFA, баллы	0,69	0,519–0,825	0,034	> 6	67 %	67 %
ФИЛЖ, %	0,68	0,495–0,822	0,027	< 52	39 %	100 %
ЧСС, мин$^{-1}$	0,7	0,524–0,844	0,027	> 93	72 %	80 %
Лактат, ммоль/л	0,87	0,706–0,968	0,0001	> 3,4	80 %	90 %

ППК — площадь под ROC-кривой (кривая «Receiver Operating Characteristic»); ДИ — доверительный интервал порогового значения cut off.

ППК — area under ROC curve; ДИ — confidence interval.

Таблица 5. Результаты ROC-анализа зависимости неблагоприятного исхода от значения отношения ЧСС/ФИЛЖ

Table 5. The results of ROC-analysis of adverse outcome dependence on HR/LVEF ratio value

Исследуемый параметр	ППК	ДИ	*p*	Cut-off	Чувствительность	Специфичность
ЧСС/ФИЛЖ	0,86	0,696–0,942	< 0,0001	> 1,61 мин$^{-1}$	70 %	90 %

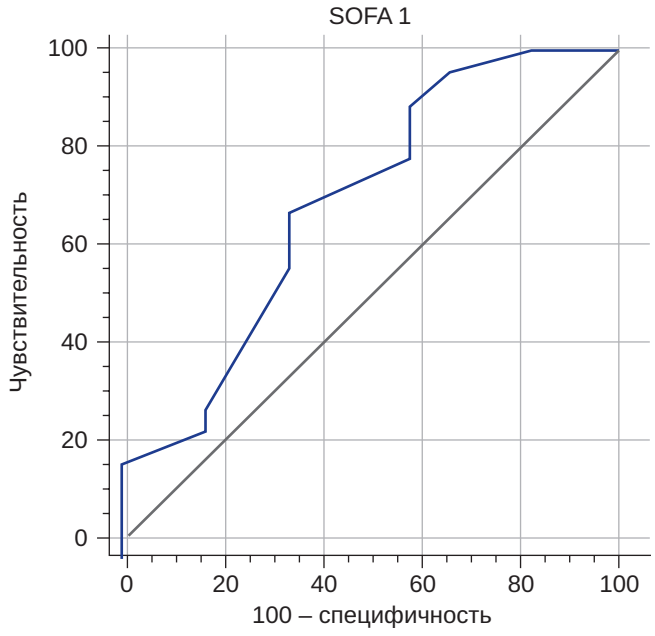

Рис. 1. ROC-кривая зависимость исхода от значения SOFA

Fig. 1. ROC-curve of outcome dependence on SOFA value

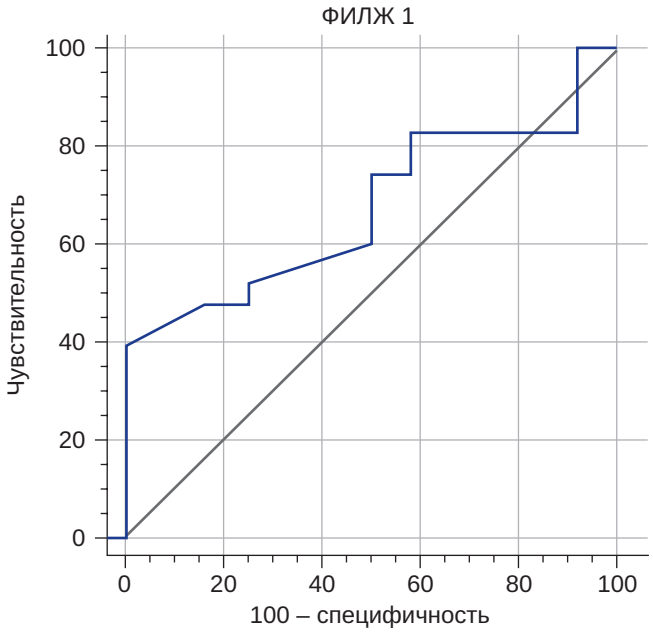

Рис. 2. ROC-кривая, характеризующая зависимость неблагоприятного исхода от снижения фракции изгнания левого желудочка (ФИЛЖ)

Fig. 2. ROC-curve characterising adverse outcome dependence on decrease in LVEF

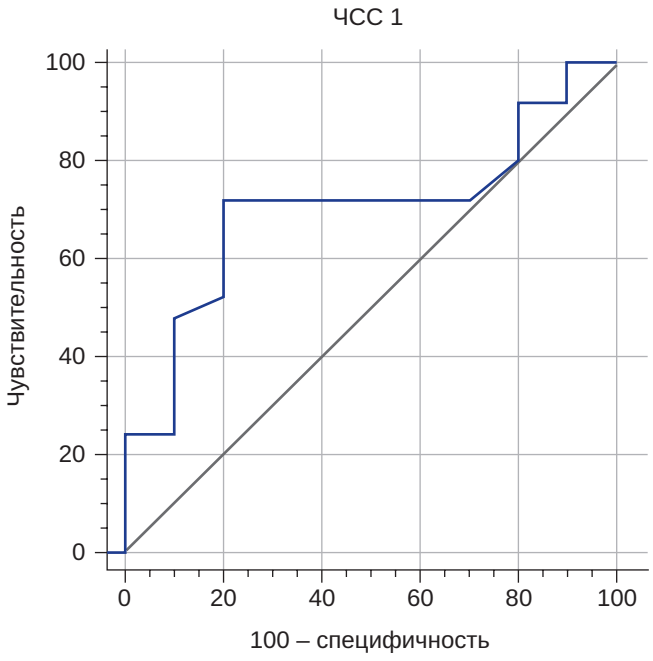

Рис. 3. ROC-кривая зависимости неблагоприятного исхода от частоты сердечных сокращений (ЧСС)

Fig. 3. ROC-curve of adverse outcome dependence on HR

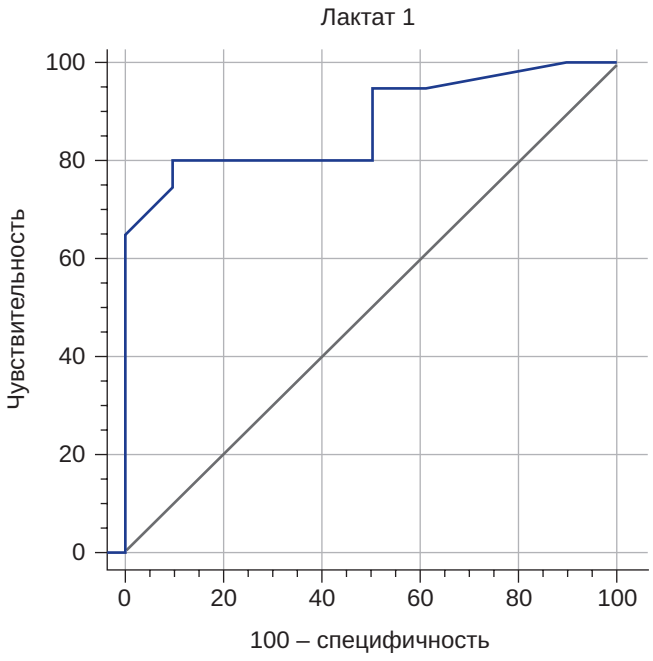

Рис. 4. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности неблагоприятного исхода от значения лактата

Fig. 4. ROC-curve characterising adverse outcome probability dependence on lactate value

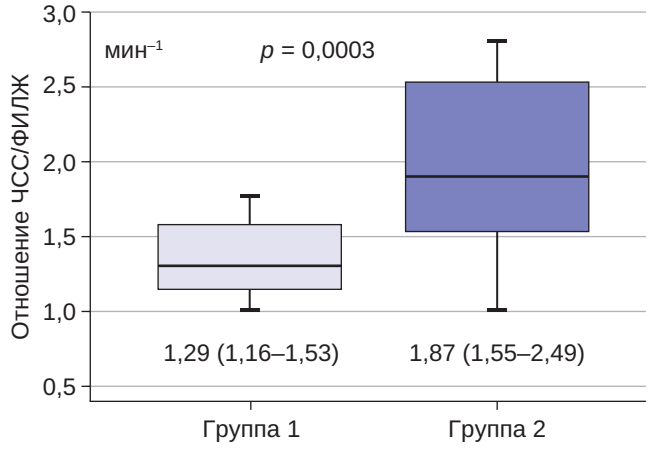

Рис. 5. Сравнительный межгрупповой анализ отношения ЧСС/ФИЛЖ

Fig. 5. Comparative intergroup analysis of HR/LVEF ratio

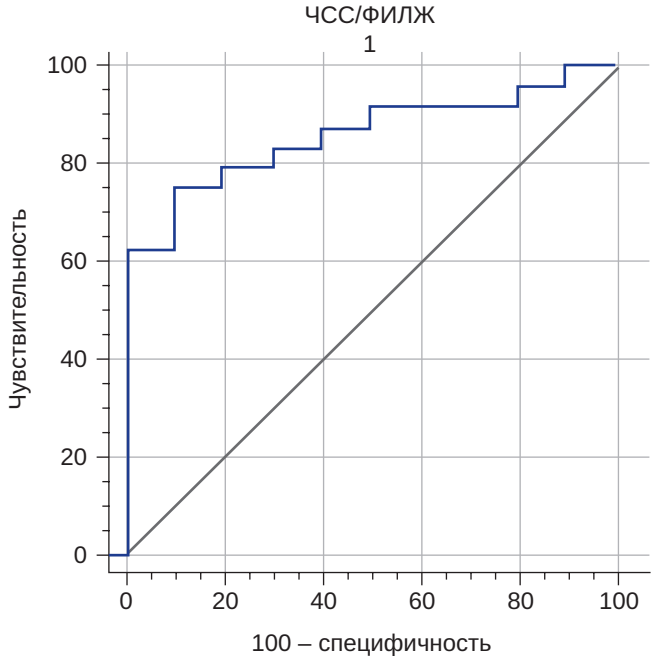

Рис. 6. ROC-кривая зависимости неблагоприятного исхода от значения отношения ЧСС/ФИЛЖ

Fig. 6. ROC-curve of adverse outcome dependence on value of HR/LVEF ratio

обнаружить значительное ($p < 0,001$) повышение данного индекса в группе 2 (с неблагоприятным дальнейшим исходом).

Проведенный ROC-анализ отношения ЧСС/ФИЛЖ показал ППК, равную 0,86 ($p < 0,0001$) (табл. 5; рис. 6), что свидетельствует о высокой диагностической ценности данного показателя в отношении прогнозирования неблагоприятного исхода.

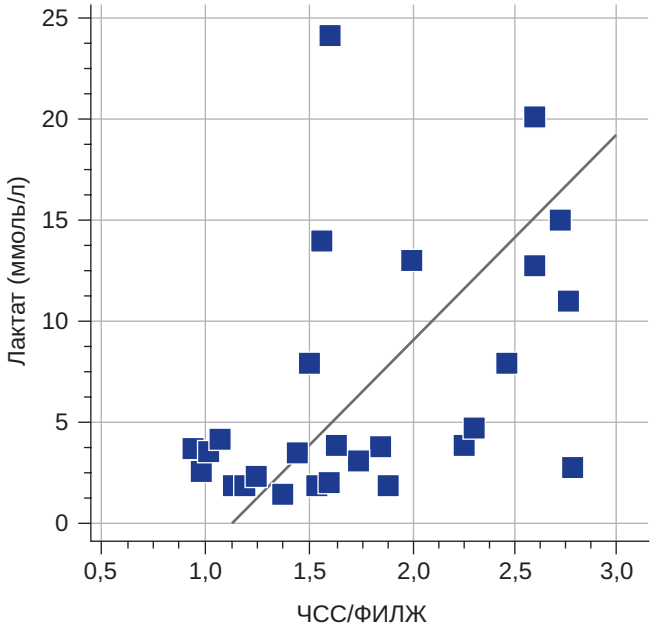

Рис. 7. Линейная корреляция между уровнем лактата (Y) и отношением ЧСС/ФИЛЖ (X): $r = 0{,}44$; 95% ДИ: 0,07–0,704 ($p = 0{,}021$)

Fig. 7. Linear correlation between lactate level (Y) and HR/LVEF ratio (X): $r = 0.44$; 95% CI: 0.07–0.704 ($p = 0.021$)

Таким образом, проведенный нами ROC-анализ показал высокую прогностическую ценность индекса ЧСС/ФИЛЖ ($p < 0{,}05$), подтвердил значимость исследования лактата, а также выявил меньшую значимость для прогноза тяжести миокардиальной дисфункции при абдоминальном сепсисе таких данных, как ФИЛЖ, ЧСС и оценка по SOFA. Вместе с тем линейная корреляционная связь между уровнем лактата и отношением ЧСС/ФИЛЖ (рис. 7) хотя и достоверная ($p = 0{,}021$), но слабая ($r = 0{,}44$), что не дает возможности считать эти показатели взаимозаменяемыми.

Обсуждение

Абдоминальный сепсис является одним из самых распространенных и в то же время малопредсказуемых вариантов расстройств витальных функций, требующих быстрого определения лечебной тактики: необходимость предоперационной подготовки и экстренность хирургического вмешательства, потребность в релапаротомии и повторной санации брюшной полости, применение методов экстракорпоральной детоксикации, агрессивность антибактериальной терапии и т. д. Нарушения кровообращения при сепсисе занимают в патогенезе одно из ведущих значений, являясь следствием синдрома системного воспалительного ответа, препятствуют нормальной доставке кислорода к тканям и вместе с нарушениями гемостаза приводят к полиорганной недостаточности. Кроме того, развитие тяжелой септической кардиомиопатии, которая сама по себе может приводить к фатальным расстройствам сократимости и ритма сердца, несет вполне ощутимый самостоятельный риск неблагоприятного исхода [1–11].

Ранняя оценка риска и тяжести гемодинамических расстройств при сепсисе, несомненно, актуальная и давно изучаемая проблема [1, 4–8]. Хотя эхокардиография все более активно входит в повседневную практику анестезиологов-реаниматологов [1, 8], значение этого метода при сепсисе остается не вполне ясным [4]. Полученные нами данные, казалось бы, указывают на неблагоприятное значение снижения ФИЛЖ. Однако имеются очевидные факторы, затрудняющие практическое применение полученных результатов. В обеих группах получены нормальные диапазоны значений ФИЛЖ. Рассматривать ФИЛЖ менее 52 % как неблагоприятную — относительно непривычная клиническая установка. Таким образом, сохранялась необходимость найти путь эффективного и простого эхокардиографического экспресс-скрининга.

Вполне ожидаемым было негативное прогностическое значение тахикардии при абдоминальном сепсисе. Подобные данные были получены и ранее [8, 11–15]. Причем коррекция избыточной ЧСС с помощью современных бета-блокаторов имела как положительный [13], так и сомнительный [14–16] результат. Участники развернувшейся дискуссии прямо указали на необходимость оценки ритма сердца в комбинации с эхокардиографией [8]. При этом важное значение для эффективного назначения бета-блокаторов может иметь выявление избыточной систолической функции миокарда — гипердинамического левого желудочка [17, 18].

Предлагаемое нами отношение ЧСС/ФИЛЖ предположительно могло бы иметь большую информативность по сравнению с соответствующими отдельными параметрами. Простым математическим обоснованием такой гипотезы стало объединение в соотношение двух достоверных, но относительно слабых предикторов — числитель с неблагоприятным увеличением значений, а знаменатель с неблагоприятным снижением. Действительно, обнаруженный в ходе исследования новый индекс (отношение ЧСС/ФИЛЖ) имеет очевидные преимущества перед стандартными показателями. Главное, большая на порядок степень достоверности как при сравнительном анализе, так и при построении ROC-кривых. Данный показатель позволяет использовать эхокардиографию с целью раннего скрининга риска у больных сепсисом. Данный индекс гипотетически может оказаться эффективным и безопасным целевым параметром при подборе мер гемодинамического менеджмента, таких как симпатомиметики, инфузия жидкости и т. п. С другой стороны, можно рассматривать неблагоприятные значения рассматриваемого показателя и как маркер выраженного септического процесса, требующего интенсификации общих лечебных мер [19].

Заключение

Таким образом, полученные результаты показывают, что помимо ранее известных признаков неблагоприятного течения абдоминального сепсиса, таких как тахикардия, относительное снижение ФИЛЖ, повышенные значения шкалы SOFA и гиперлактатемия, найден новый (отношение ЧСС/ФИЛЖ), не уступающий в достоверности лактату ($p < 0{,}001$). Вычисление отношения ЧСС/ФИЛЖ позволяет качественно улучшить информативность эхокардиографического скрининга.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Этическое утверждение. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ ГКБ им. С.С. Юдина, протокол № 5 от 02.03.2022.

Ethics approval. This study was approved by the local Ethical Committee of S.S. Yudin City Clinical Hospital (reference number: 5-02.03.2022).

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Декларация о наличии данных. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить у корреспондирующего автора по обоснованному запросу.

Data Availability Statement. The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

ORCID авторов:

Кричевский Л.А. — 0000-0001-8886-7175

Абдуллина Л.Р. — 0009-0006-1769-4266

Шипилова О.С. — 0009-0003-1487-6708

Игнатенко О.В. — 0000-0002-6353-2552

Литература/References

[1] *Киров М.Ю., Кузьков В.В., Проценко Д.Н. и др.* Септический шок у взрослых: клинические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов». Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова, 2023; 4: 7–42. [*Kirov M.Yu., Kuzkov V.V., Protsenko D.N., et al.* Septic shock in adults: guidelines of the All- Russian public organization "Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists". Annals of Critical Care. 2023; 4: 7–42. (In Russ)] DOI: 10.21320/1818-474X-2023-4-7-42

[2] *Zangmo K., Khwannimit. B.* Validating the APACHE IV score in predicting length of stay in the intensive care unit among patients with sepsis. Sci Rep. 2023; 13(1): 5899. DOI: 10.1038/s41598-023-33173-4

[3] *McLymont N., Glover G.W.* Scoring systems for the characterization of sepsis and associated outcomes. Ann Transl Med. 2016; 4(24): 527. DOI: 10.21037/atm.2016.12.53

[4] *Тюрин И.Н., Раутбарт С.А., Ганиева И.И. и др.* Прикроватная эхокардиография и транспульмональная термодилюция у больных с сепсисом. Пилотное исследование Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2020; 4: 108–119. [*Tyurin I.N. Rautbart S.A. Ganieva I.I., et al.* Critical care echocardiography and transpulmonary thermodilution in patients with sepsis. Pilot study. Annals of Critical Care. 2020; 4: 108–119. (In Russ)] DOI: 10.21320/1818-474X-2020-4-108-119

[5] *Козлов И.А., Тюрин И.Н., Раутбарт С.А.* Ранние гемодинамические предикторы летального исхода абдоминального сепсиса. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2018; 15(2): 6–15. [*Kozlov I.A., Tyurin I.N., Rautbart S.A.* Early hemodynamic predictors of lethal outcomes of abdominal sepsis. Messenger of anesthesiology and resuscitation. 2018; 15(2): 6–15. (In Russ)] DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-6-15

[6] *Козлов И.А., Тюрин И.Н.* Септическая кардиопатия: спорные вопросы и перспективы. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2020; 17(2): 49–58. [*Kozlov I.A., Tyurin I.N.* Septic cardiopathy: disputable issues and prospects. Messenger of anesthesiology and resuscitation. 2020; 17(2): 49–58. (In Russ)] DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-2-49-58

[7] *Тюрин И.Н., Раутбарт С.А., Козлов И.А.* Ранние особенности кровообращения у больных с неблагоприятным исходом абдоминального сепсиса (предварительное сообщение) Общая реаниматология. 2017; 13(3): 13–24. [*Tyurin I.N., Rautbart S.A., Kozlov I.A*. Early Characteristics of Circulation in Patients with Poor Outcome of Abdominal Sepsis (Preliminary Report). General Reanimatology. 2017; 13(3): 13–24. (In Russ)] DOI: 10.15360/1813-9779-2017-3-13-24

[8] *Rehberg S., Duska F.* Heart rate control in septic shock — echocardiographic evaluation and monitoring should be standard. Intensive Care Med. 2025; 51(1): 219–220. DOI: 10.1007/s00134-024-07727-7

[9] *Ковзель В.А., Давыдова Л.А., Лапина Т.А. и др.* Генетический, метаболомный, протеомный полиморфизм и клинические фенотипы сепсиса. Общая реаниматология. 2024; 20(6): 36–53. [*Kovzel V.A., Davydova L.A., Lapina T.A., Semushkina A.A., Gutnikov A.I.* Genetic, Metabolic, and Proteomic Polymorphisms and Clinical Phenotypes of Sepsis. General Reanimatology. 2024; 20(6): 36–53. (In Russ)] DOI: 10.15360/1813-9779-2024-6-2470

[10] *Киров М.Ю., Кузьков В.В., Проценко Д.Н. и др.* Септический шок у взрослых: клинические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов». Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2023; 4: 7–42. [*Kirov M.Yu., Kuzkov V.V., Protsenko D.N., et al.* Septic shock in adults: guidelines of the All-Russian public organization "Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists". Annals of Critical Care. 2023; 4: 7–42. (In Russ)] DOI: 10.21320/1818-474X-2023-4-7-42

[11] *Evans L., Rhodes A., Alhazzani W., McIntyre L., et al.* Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. Crit Care Med. 2021; 47(11): 1181–1247. DOI: 10.1097/CCM.0000000000005337

[12] *Яковлев С.Я., Журавлева М.В., Проценко Д.Н. и др.* Программа СКАТ (Стратегия Контроля Антимикробной Терапии) при оказании стационарной медицинской помощи. Методические рекомендации для лечебно-профилактических учреждений Москвы. Consilium Medicum. 2017; 19 (7.1. Хирургия): 15–51. [*Yakovlev S.V., Zhuravleva M.V., Protsenko D.N. et al.* Antibiotic stewardship program for inpatient care. Clinical guidelines for Moscow hospitals. Consilium Medicum. 2017; 19 (7.1. Surgery): 15–51. (In Russ)]

[13] *Morelli A., Ertmer C., Westphal M., et al.* Effect of heart rate control with esmolol on hemodynamic and clinical outcomes in patients with septic shock: a randomized clinical trial. JAMA. 2013; 310(16): 1683–91. DOI: 10.1001/jama.2013.278477

[14] *Rehberg S., Frank S., Černy V., et al.* Landiolol for heart rate control in patients with septic shock and persistent tachycardia. A multicenter randomized clinical trial (Landi-SEP). Intensive Care Med 2024; 50(10): 1622–34. DOI: 10.1007/s00134-024-07587-1

[15] *Alexandru M.G., Niewald P., Krüger S., et al.* Mortality in septic patients treated with short-acting betablockers: a comprehensive meta-analysis of randomized controlled trials. Crit Care. 2024; 28(1): 392. DOI: 10.1186/s13054-024-05174-w

[16] *Duška F., Rehberg S.* Personalizing beta-blockade in septic shock: finding the right rhythm and rate for the right patient. Intensive Care Med 2025; 51(1): 235–6. DOI: 10.1007/s00134-024-07731-x

[17] *Sato R., Sanfilippo F., Hasegawa D., et al.* Prevalence and prognosis of hyperdynamic left ventricular systolic function in septic patients: a systematic review and meta-analysis. Ann Intensive Care. 2024; 14(1): 22. DOI: 10.1186/s13613-024-01255-9

[18] *Blixt P.J., Nguyen M., Cholley B., et al.* Association between left ventricular systolic function parameters and myocardial injury, organ failure and mortality in patients with septic shock. Ann. Intensive Care, 2024; 14: 12: 35–45. DOI: 10.1186/s13613-023-01235-5

[19] *Рей С.И., Кулабухов В.В., Попов А.Ю. и др.* Динамика органной дисфункции и маркеров воспаления у пациентов с септическим шоком при мультимодальной гемокоррекции: мультицентровое, рандомизированное, контролируемое исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2023; 4: 60–71. [*Rey S.I., Kulabukhov V.V., Popov A.Yu., et al.* Dynamics of organ dysfunction and inflammation markers in patients with septic shock during multimodal hemocorrection: a multicenter, randomized, controlled study. Annals of Critical Care. 2023; 4: 60–71. (In Russ)] DOI: 10.21320/1818-474X-2023-4-60-71