

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРОЙ ДЕКОМПЕНСАЦИЕЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

^{1,2}Вацик-Городецкая М.В. ORCID ID 0000-0002-6874-8213,

^{1,2}Малюк Д.И. ORCID ID 0009-0004-7502-6536,

^{1,3}Берикашвили Л.Б. ORCID ID 0000-0001-9267-3664,

³Короленок Е.М. ORCID ID 0009-0007-5731-9273

¹Городское бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация, e-mail: dr.dmytryi97@internet.ru;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация;

³Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии», Москва, Российская Федерация

Острая декомпенсация хронической сердечной недостаточности сопряжена с высоким риском развития острой дыхательной недостаточности, требующей проведения искусственной вентиляции легких, что существенно ухудшает прогноз. Инструменты для раннего прогнозирования этой потребности у данной категории пациентов отсутствуют. Цель исследования – разработать прогностическую модель для стратификации риска развития потребности в инвазивной искусственной вентиляции легких у пациентов с острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности при поступлении в отделение реанимации и интенсивной терапии. Проведено проспективное одноцентровое когортное исследование, включившее 140 пациентов с острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности, госпитализированных в кардиологическое отделение реанимации в 2021–2023 гг. Для выявления независимых предикторов использовался многофакторный логистический регрессионный анализ. На его основе построена прогностическая номограмма. Дискриминационная способность модели оценивалась методом ROC-анализа. По данным многофакторного анализа независимыми предикторами потребности в искусственной вентиляции легких являлись: наличие акроцианоза при поступлении как фактор риска, а также «теплый/сухой» фенотип сердечной недостаточности и уровень общего билирубина > 12,4 мкмоль/л в качестве протективных факторов. Построенная номограмма продемонстрировала высокую прогностическую точность. Разработана клинически применимая прогностическая модель, основанная на трех легко оцениваемых при поступлении параметрах (acrociyanosis, клинический фенотип сердечной недостаточности, уровень общего билирубина), которая позволяет с высокой точностью идентифицировать пациентов с острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности, относящихся к группе высокого риска развития необходимости в искусственной вентиляции легких. Данный инструмент может способствовать оптимизации тактики ведения и раннему началу превентивных мероприятий.

Ключевые слова: сердечная недостаточность, прогнозирование, искусственная вентиляция легких.

RISK STRATIFICATION FOR MECHANICAL VENTILATION IN ACUTE DECOMPENSATED HEART FAILURE

^{1,2} Vatsik-Gorodetskaya M.V. ORCID ID 0000-0002-6874-8213,

^{1,2} Malyuk D.I. ORCID ID 0009-0004-7502-6536,

^{1,3} Berikashvili L.B. ORCID ID 0000-0001-9267-3664,

³ Korolenok E.M. ORCID ID 0009-0007-5731-9273

¹City Budgetary Healthcare Institution “City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Saveleva” of the Moscow City Department of Health, Moscow, Russian Federation, e-mail: dr.dmytryi97@internet.ru;

²Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba”, Moscow, Russian Federation;

³Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific and Clinical Center of Intensive Care and Rehabilitation”, Moscow, Russian Federation

Acute decompensation of chronic heart failure is associated with a high risk of developing acute respiratory failure requiring mechanical ventilation, which significantly worsens the prognosis. There are no tools for early prediction of this need in this category of patients. The aim of the study was to develop a prognostic model for stratifying the risk of developing the need for invasive mechanical ventilation in patients with acute decompensation of chronic heart failure upon admission to the intensive care unit. A prospective single-center cohort study was conducted, including 140 patients with acute decompensation of chronic heart failure hospitalized in the cardiology intensive care unit between 2021 and 2023. Multivariate logistic regression analysis was used to identify independent predictors. A prognostic nomogram was constructed based on this analysis. The discriminatory ability of the model was assessed using ROC analysis. According to multivariate analysis, independent predictors of the need for mechanical ventilation were: the presence of acrocyanosis on admission as a risk factor, as well as a “warm/dry” heart failure phenotype and a total bilirubin level $>12.4 \mu\text{mol/L}$ as protective factors. The constructed nomogram demonstrated high prognostic accuracy. A clinically applicable prognostic model has been developed based on three parameters that are easy to assess upon admission (acrocyanosis, clinical phenotype of heart failure, total bilirubin level), which allows for the highly accurate identification of patients with acute decompensation of chronic heart failure who are at high risk of requiring mechanical ventilation. This tool can help optimize management tactics and enable early initiation of preventive measures.

Keywords: heart failure, prediction, artificial lung ventilation.

Введение

В настоящее время острая декомпенсация хронической сердечной недостаточности (ОДСН) остается одной из наиболее актуальных и сложных проблем современной кардиологии, анестезиологии и реаниматологии [1–3]. Это состояние характеризуется высокими показателями госпитальной летальности, достигающими 4–7 %, и крайне неблагоприятным отдаленным прогнозом с годовой летальностью, превышающей 35 % [4–6]. ОДСН является ведущей причиной экстренных госпитализаций в кардиологические стационары, составляя до 50 % всех случаев [1, 7], а риск повторной госпитализации в течение двух лет после эпизода достигает 80 % [1].

Одним из известных осложнений, определяющим тяжесть состояния и тактику лечения пациента, является развитие острой дыхательной недостаточности (ОДН) на фоне кардиогенного отека легких [8–10]. Патофизиологической основой ОДН при ОДСН служит критическое повышение давления в легочных капиллярах, приводящее к транссудации жидкости в интерстиций и альвеолы. Это вызывает резкое снижение растяжимости легких, увеличение работы дыхательной мускулатуры и гипоксемию. В результате дыхательная мускулатура может потреблять до 16 % сердечного выброса, что создает дополнительную функциональную нагрузку на миокард [11, 12]. В подобных условиях инвазивная искусственная вентиляция легких (ИВЛ) становится не только методом респираторной поддержки, но и важным компонентом гемодинамической разгрузки сердца [13].

Потребность в ИВЛ является значимым прогностическим маркером, ассоциированным с госпитализацией в отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и увеличением длительности лечения, риском инфекционных осложнений и общей летальностью [13–15]. Несмотря на это, в настоящее время отсутствуют валидированные инструменты для стратификации риска развития ОДН, требующей инвазивной респираторной поддержки, у пациентов с ОДСН при госпитализации.

Цель исследования – разработка прогностической модели для оценки индивидуального риска развития дыхательной недостаточности, требующей проведения инвазивной искусственной вентиляции легких, у пациентов с острой декомпенсацией хронической сердечной недостаточности в ОРИТ.

Материал и методы исследования

Проведено проспективное одноцентровое когортное исследование пациентов с ОДСН в кардиологическом ОРИТ (2021–2023 гг.) для разработки модели прогнозирования потребности в ИВЛ. В исследование включались пациенты старше 18 лет с диагнозом ОДСН при наличии информированного согласия; критерии исключения не применялись для повышения репрезентативности. Проанализированы данные об этиологии ХСН, причинах декомпенсации, клинико-лабораторных показателях при поступлении и исходы госпитализации.

Количественные данные представлены в виде медианы с межквартильными интервалами (Me [Q1; Q3]), качественные показаны как абсолютные значения и проценты. Для сравнительного анализа между группами непрерывных переменных применялся критерий Манна – Уитни. Бинарные параметры анализировались с помощью точного теста Фишера. Независимые предикторы были выявлены с помощью многофакторного логистического регрессионного анализа методом обратного пошагового отбора по Вальду; в модель включались переменные со статистически значимыми межгрупповыми различиями. Непрерывные показатели предварительно бинаризировались по пороговым значениям, установленным на основе ROC-анализа по индексу Юдена.

Оценка качества прогностической модели также была проведена с помощью ROC-анализа. Дополнительно были рассчитаны чувствительность, специфичность и общая точность. Двусторонний пороговый уровень статистической значимости составил $p < 0,05$. Статистический анализ был проведен с помощью специализированного программного обеспечения IBM SPSS Statistics v. 27.0 и Stata v. 18.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Характеристика пациентов

В исследование было включено 140 пациентов (рис. 1). Частота использования ИВЛ составила 7,9 % (11 пациентов).

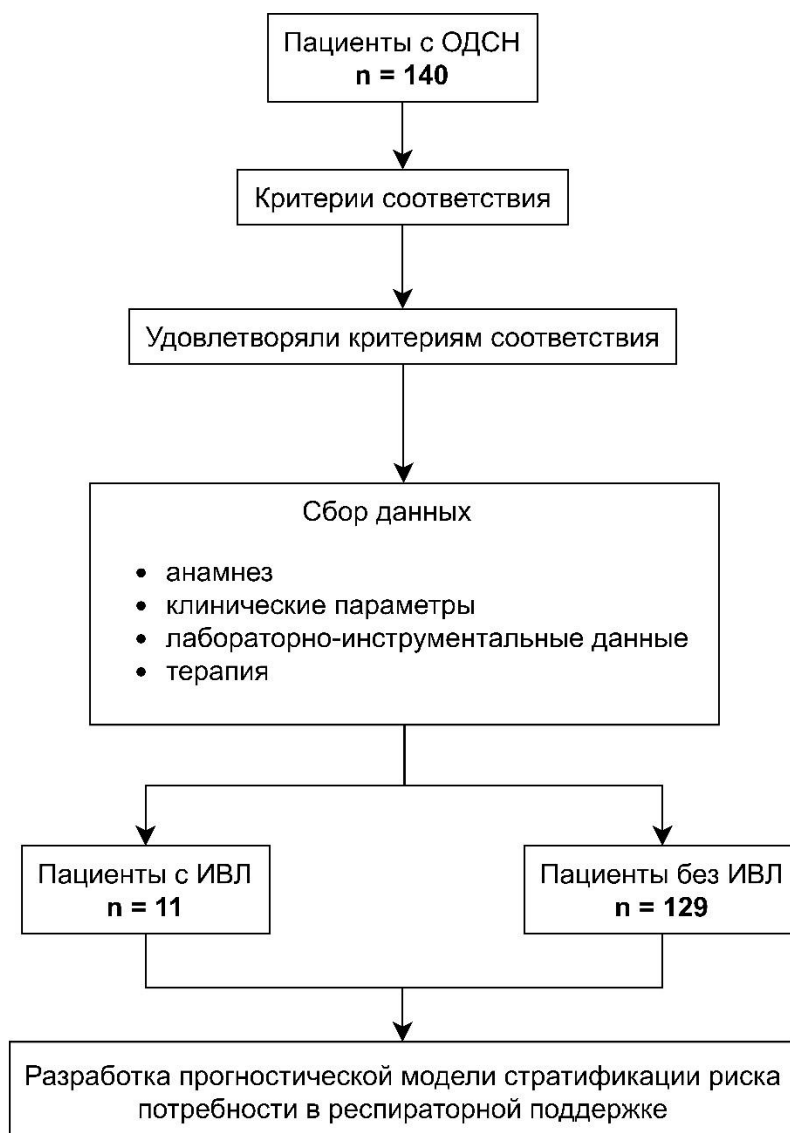


Рис. 1. Поток-диаграмма исследования

Примечание: СН – сердечная недостаточность, составлен авторами на основе данных, полученных в ходе исследования

По результатам однофакторного анализа было показано, что пациенты, состояние которых потребовало использования ИВЛ, характеризовались большей частотой наличия хронической обструктивной болезни легких и/или бронхиальной астмы (54,5 % против 21,1 %; $p = 0,022$). Одновременно с этим ведущей причиной ОДСН у таких пациентов были респираторные инфекции (27,3 % против 5,4 %; $p = 0,032$) (табл. 1).

Таблица 1

Клинико-демографические и анамнестические данные пациентов с ОДСН

Параметр	Самостоятельное дыхание (n = 129)	ИВЛ (n = 11)	p-значение
Клинико-демографическая характеристика			
Пол, муж.	63 (48,8 %)	5 (45,5 %)	> 0,9
Возраст, лет	76 [66; 84]	81 [66; 84]	0,582

ИМТ	30,5 [26,3; 35,6]	35,3 [27,3; 41,5]	0,419
ИБС	71 (55,5 %)	5 (45,5 %)	0,546
ПИКС	61 (47,7 %)	1 (9,1 %)	0,023
Сопутствующие заболевания			
Гипертоническая болезнь	129 (100,0 %)	11 (100,0 %)	> 0,9
Сахарный диабет	57 (44,2 %)	4 (36,4 %)	0,756
ХБП	48 (37,5 %)	1 (9,1 %)	0,097
ХОБЛ/БА	27 (21,1 %)	6 (54,5 %)	0,022
ОНМК в анамнезе	24 (18,6 %)	2 (18,2 %)	> 0,9
Этиология ХСН			
АГ	52 (41,6 %)	7 (63,6 %)	0,208
ИБС	55 (44,0 %)	1 (9,1 %)	0,027
Кардиомиопатия	11 (8,8 %)	3 (27,3 %)	0,088
Клапанные пороки сердца	5 (4,0 %)	0 (0,0 %)	> 0,9
Аритмия	2 (1,6 %)	0 (0,0 %)	> 0,9
Ведущий триггер ОДСН			
Артериальная гипертензия	79 (61,2 %)	4 (36,4 %)	0,122
Аритмия	15 (11,6 %)	1 (9,1 %)	> 0,9
Низкая приверженность к терапии	12 (9,3 %)	1 (9,1 %)	> 0,9
Прогрессирование сопутствующего заболевания	14 (10,9 %)	2 (18,2 %)	0,615
Инфекция	7 (5,4 %)	3 (27,3 %)	0,032
Нарушение диеты	2 (1,6 %)	0 (0,0 %)	> 0,9

Количественные данные представлены в виде Ме [IQR], где Ме – медиана, IQR – интерквартильный интервал. Качественные данные представлены в виде абсолютных и относительных частот.

Аббревиатуры: АГ – артериальная гипертензия; АКШ – аортокоронарное шунтирование; ДИ – доверительный интервал; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ИМТ – индекс массы тела; ОДСН – острая декомпенсация сердечной недостаточности; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ст. – степень; ХБП – хроническая болезнь почек; ХОБЛ/БА – хроническая обструктивная болезнь легких / бронхиальная астма; ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

Примечание: составлена авторами на основе данных, полученных в ходе исследования

При изучении результатов физикального осмотра пациентов и данных инструментальных исследований было выявлено различие в частоте систолического АД менее 100 мм рт.ст.: 38,1 % среди умерших против 8,5 % среди выживших ($p = 0,001$). Другие показатели были сопоставимы между группами (табл. 2).

Таблица 2

Результаты инструментального и физикального обследования пациентов с ОДСН

Параметр	Самостоятельное дыхание (n = 129)	ИВЛ (n = 11)	p-значение
Физикальный осмотр			
САД, мм рт. ст.	132 [109; 156]	134 [102; 140]	0,520
ЧСС, уд/мин	92 [77; 110]	99 [86; 120]	0,206
ЧДД, кол-во/мин	23 [20; 25]	23 [21; 25]	0,759
Акроцианоз	41 (32,0 %)	9 (81,8 %)	0,002
Асцит	19 (14,8 %)	3 (27,3 %)	0,380

Ортопноэ	124 (96,1 %)	10 (91 %)	0,369
Инструментальные исследования			
SpO ₂ , %	94 [91; 96]	94 [89; 96]	0,569
ФВ ЛЖ, %	48 [29; 55]	45 [35; 46]	0,254
СДЛА, мм рт. ст.	55 [37; 64]	56 [47; 61]	0,822
Диаметр НПВ, см	2,4 [2,1; 2,6]	2,3 [2,3; 2,4]	0,704

Количественные данные представлены в виде Me [IQR], где Me – медиана, IQR – интерквартильный интервал. Качественные данные представлены в виде абсолютных и относительных частот.

Аббревиатуры: САД – систолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; SpO₂ – насыщение кислородом крови (сатурация (пульсоксиметр)); НПВ – нижняя полая вена; СДЛА – среднее давление в легочной артерии; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка.

Примечание: составлена авторами на основе данных, полученных в ходе исследования

Анализ лабораторных данных показал, что концентрация общего белка (59,5 г/л против 67,8 г/л; $p = 0,002$) и общего билирубина (11,4 мкмоль/л против 17,7 мкмоль/л; $p = 0,011$) были статистически значимо ниже у пациентов, которым потребовалось проведение ИВЛ при сопоставимости других показателей (табл. 3).

Таблица 3

Лабораторные параметры пациентов с ОДСН при поступлении в ОРИТ

Параметр	Самостоятельное дыхание (n = 129)	ИВЛ (n = 11)	p-значение
Эритроциты, 10 ¹² /л	4,26 [3,82; 4,85]	3,98 [3,11; 4,86]	0,234
Гемоглобин, г/л	121 [107; 138]	123 [98; 152]	0,898
Гематокрит, %	36,7 [32,6; 41,0]	35,3 [29,8; 45,1]	0,791
Лейкоциты, 10 ¹² /л	9,26 [6,79; 12,95]	9,49 [7,10; 20,30]	0,532
Креатинин, мкмоль/л	113,2 [90,9; 149,5]	139,3 [103,0; 186,0]	0,187
Мочевина, ммоль/л	10,6 [7,4; 13,8]	12,4 [6,2; 15,7]	0,749
СКФ, мл/мин/1,73 м ²	43,88 [33,65; 60,53]	36,74 [21,53; 57,59]	0,330
Калий, ммоль/л	4,33 [3,89; 4,72]	3,94 [3,35; 4,58]	0,278
Натрий, ммоль/л	141,00 [136,61; 144,00]	142,00 [139,39; 146,85]	0,199
Общий билирубин, мкмоль/л	17,68 [10,26; 29,86]	11,40 [7,78; 12,33]	0,011
Прямой билирубин, мкмоль/л	4,38 [2,35; 9,08]	2,53 [1,85; 3,60]	0,066
АЛТ, Е/л	19,9 [12,7; 39,9]	34,2 [22,4; 132,4]	0,081
АСТ, Е/л	25,7 [19,9; 47,6]	42,5 [23,2; 127,0]	0,081
ЛДГ, Е/л	278 [222; 368]	375 [211; 565]	0,267
Щелочная фосфатаза, Е/л	98,7 [79,7; 125,0]	91,2 [75,9; 113,1]	0,554
СРБ, мг/л	20,86 [9,15; 59,90]	30,77 [3,88; 124,00]	0,683
Общий белок, г/л	67,81 [61,98; 71,94]	59,54 [57,21; 65,97]	0,002
Альбумин, г/л	32,47 [29,11; 36,53]	31,42 [28,30; 36,43]	0,649
Глюкоза, ммоль/л,	6,66 [5,60; 9,26]	7,53 [6,80; 12,07]	0,145
Холестерин, ммоль/л	3,56 [2,87; 4,50]	3,61 [2,75; 5,00]	0,806
Железо, мкмоль/л	4,7 [3,0; 7,7]	6,7 [5,0; 8,0]	0,400
Тропонин I, нг/мл	0,044 [0,02; 0,115]	0,071 [0,037; 0,113]	0,257
NT-proBNP, пг/мл	1095,6 [265,6; 1747,5]	656,8 [62,2; 1409,1]	0,441
Д-димер, нг/мл	621 [315; 1698]	1331 [438; 2754]	0,240

МНО, МЕ/мл	1,38 [1,20; 1,69]	1,30 [1,25; 1,45]	0,357
------------	-------------------	-------------------	-------

Количественные данные представлены в виде Ме [IQR], где Ме – медиана, IQR – интерквартильный интервал. Качественные данные представлены в виде абсолютных и относительных частот.

Аббревиатуры: NT-proBNP – натрийуретический пептид (N-terminal pro-B-type natriuretic peptide); АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспаратаминотрансфераза; ЛДГ – лактатдегидрогеназа; МНО – международное нормализованное отношение; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; СРБ – С-реактивный белок.

Примечание: составлена авторами на основе данных, полученных в ходе исследования

Частота развития потребности в гемодинамической поддержке (использования вазопрессоров и/или инотропов с целью поддержания среднего АД более 65 мм рт. ст.) была статистически значимо выше в группе с использованием ИВЛ (45,5 % против 15,5 %; $p = 0,027$). Летальность также была более высокой в группе пациентов с потребностью в ИВЛ (45,5 % против 13,2 %; $p = 0,015$). Медиана длительности госпитализации в стационаре и в ОРИТ были сопоставимы между группами (табл. 4).

Таблица 4

Исходы госпитализации пациентов с ОДСН

Параметр	Самостоятельное дыхание (n = 129)	ИВЛ (n = 11)	p-значение
Длительность пребывания в ОРИТ, дни	3 [2; 4]	6 [2; 6]	0,055
Длительность госпитализации в стационаре, дни	9 [7; 12]	11 [6; 14]	0,619
Гемодинамическая поддержка	20 (15,5 %)	5 (45,5 %)	0,027
Смерть от любых причин	17 (13,2 %)	5 (45,5 %)	0,015

Количественные данные представлены в виде Ме [IQR], где Ме – медиана, IQR – интерквартильный интервал. Качественные данные представлены в виде абсолютных и относительных частот.

Аббревиатуры: ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.

Примечание: составлена авторами на основе данных, полученных в ходе исследования

По результатам многофакторного регрессионного анализа был выявлен один независимый фактор риска потребности в ИВЛ у пациентов с ОДСН в ОРИТ: акроцианоз при поступлении (ОШ = 8,25; $p = 0,016$). Дополнительно выявлены два протективных фактора: наличие теплого/сухого фенотипа сердечной недостаточности (ОШ = 0,12; $p = 0,008$) и общий билирубин более 12,4 (ОШ = 0,11; $p = 0,013$). На основании полученных данных была построена номограмма прогнозирования потребности в ИВЛ (рис. 2).

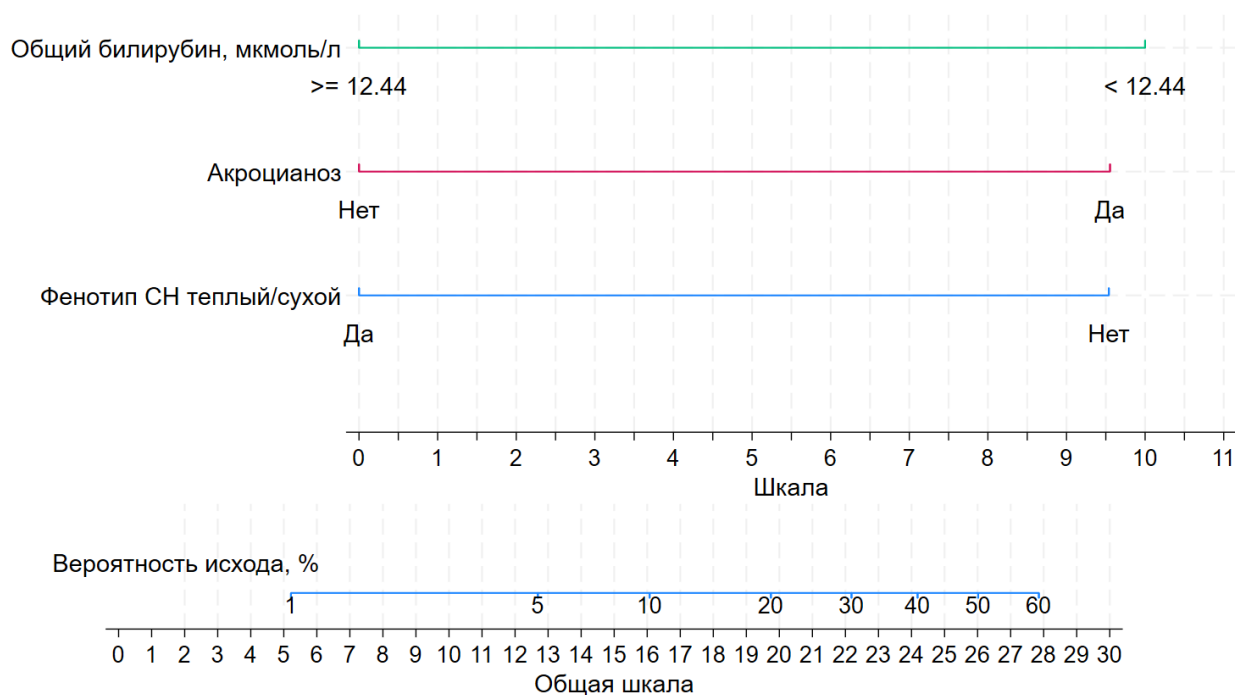


Рис. 2. Номограмма прогнозирования потребности в ИВЛ

у пациентов с ОДСН в ОРИТ. Аббревиатуры: СН – сердечная недостаточность.

Примечание: составлен авторами на основе данных, полученных в ходе исследования

Показатель AUROC составил 0,88 (95 % ДИ 0,76–0,99) при оптимальной точке отсечения – 16 баллов. Номограмма продемонстрировала чувствительность 80 %, специфичность 84 % и общую точность 84 %. Отношение шансов составило 21,0 (4,2; 106,3).

Ключевые результаты

Проведено проспективное исследование 140 пациентов с ОДСН в ОРИТ, из них 7,9 % потребовали ИВЛ. По результатам многофакторного анализа, акроцианоз при поступлении был независимым предиктором потребности в ИВЛ (ОШ = 8,25). Протективными факторами являлись фенотип «теплый/сухой» (ОШ = 0,12) и уровень билирубина $> 12,4$ мкмоль/л (ОШ = 0,11). Созданная прогностическая номограмма показала хорошую дискриминационную способность относительно потребности в ИВЛ (AUROC 0,80; 95 % ДИ 0,76–0,99).

Связь с предыдущими исследованиями

В настоящее время существует ограниченное число работ, посвященных прогнозированию потребности в ИВЛ именно у пациентов с ОДСН, что делает прямое сравнение затруднительным. Наиболее релевантным для сопоставления является исследование Li et al. (2024), разработавших модель машинного обучения для прогноза пролонгированной ИВЛ у пациентов с ХСН [16]. Обе модели демонстрируют сопоставимую

и высокую дискриминационную способность (AUROC 0,88 в данном исследовании против AUROC 0,817 в исследовании Li et al.).

Ключевое отличие заключается в характере значимых предикторов, что отражает разницу в дизайне исследований. Модель Li et al. акцентирует объективные маркеры тяжести состояния и полиорганной дисфункции (NT-proBNP, GCS, сепсис, AKI), оцениваемые в течение первых суток в ОРИТ. В противоположность этому представленная авторами номограмма идентифицирует в качестве независимых факторов риска клинические параметры, доступные непосредственно при поступлении: акроцианоз и фенотип ХСН. Это позволяет использовать ее для сверххранной стратификации риска в приемном отделении.

Важно отметить, что выявленные предикторы имеют четкое патофизиологическое обоснование. Акроцианоз является прямым клиническим коррелятом низкого сердечного выброса и периферической вазоконстрикции, что усугубляет тканевую гипоксию и повышает нагрузку на дыхательную мускулатуру. «Теплый/сухой» фенотип ХСН, в свою очередь, отражает более благоприятный гемодинамический профиль с сохраненной периферической перфузией, что снижает вероятность быстрой декомпенсации дыхательной функции. Таким образом, представленная авторами модель не только обладает статистической точностью, но и интегрирует ключевые элементы клинической патофизиологии ОДСН, что усиливает ее обоснованность и потенциальную воспроизводимость в реальной клинической практике.

Клиническая значимость результата

Результаты работы подтверждают практическую ценность созданной номограммы для раннего прогнозирования необходимости респираторной поддержки у больных с острой декомпенсацией сердечной недостаточности в отделении реанимации. Предлагаемый инструмент основан на комплексной оценке, объединяющей клинический признак (акроцианоз), фенотипическую характеристику сердечной недостаточности и стандартный лабораторный маркер (концентрация билирубина).

Использование данной модели при госпитализации позволяет выделить группу высокого риска по развитию дыхательной недостаточности, требующей проведения ИВЛ. Это способствует оптимизации тактики ведения пациентов в условиях ОРИТ, включая своевременное начало интенсивного мониторинга дыхательной функции и планирование методов респираторной поддержки. Инструмент, использующий три легко определяемых параметра, может быть эффективно интегрирован в клинический алгоритм для принятия обоснованных решений в реальном времени.

Сильные и слабые стороны исследования

Сильной стороной работы является ее проспективный характер, включение однородной группы критических пациентов и сторонний сбор данных, охватывающий

клинические, анамнестические, лабораторные и инструментальные показатели, что повышает достоверность сделанных выводов.

К ограничениям следует отнести проведение исследования на базе одного центра и ограниченный объем выборки. Это может влиять на мощность статистического анализа и ограничивает возможности для широкой генерализации результатов. Для подтверждения эффективности и воспроизводимости предложенная прогностическая модель нуждается в дальнейшей валидации на независимых, более многочисленных и многоцентровых когортах.

Заключение

В рамках проведенного исследования была создана номограмма для оценки риска развития необходимости в искусственной вентиляции легких у пациентов с ОДСН, госпитализированных в ОРИТ. Модель, учитывающая наличие акроцианоза, фенотип сердечной недостаточности и уровень общего билирубина, показала высокую дискриминационную способность.

Список литературы

1. Ларина В.Н., Кокорин В.А., Ларин В.Г., Лунев В.И., Суворова Н.А., Скиба И.К., Щербина Е.С. Декомпенсация хронической сердечной недостаточности: новый взгляд на проблему в свете обновленного консенсуса экспертов Европейского общества кардиологов // Российский кардиологический журнал. 2023. Т. 28 (12). С. 5581. URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/view/5581> (дата обращения: 23.12.2025). DOI: 10.15829/1560-4071-2023-5581.
2. Rao S.V., O'Donoghue M.L., Ruel M., Rab T., Tamis-Holland J.E., Alexander J.H., Baber U., Baker H., Cohen M.G., Cruz-Ruiz M., Davis L.L., de Lemos J.A., DeWald T.A., Elgendy I.Y., Feldman D.N., Goyal A., Isiadinso I., Menon V., Morrow D.A., Mukherjee D., Platz E., Promes S.B., Sandner S., Sandoval Y., Schunder R., Shah B., Stopyra J.P., Talbot A.W., Taub P.R., Williams M.S. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the Management of Patients With Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines // Circulation. 2025. Vol. 151(13). P. e771–862. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001309.
3. Lorlowhakarn K., Arayakarnkul S., Trongtorsak A., Leesutipornchai T., Kewcharoen J., Siphurmsukskul S., Siwamogsatham S., Puwanant S., Ariyachaipanich A. Outcomes and predictors of one-year mortality in patients hospitalized with Acute Heart Failure // Int J Cardiol Hear Vasc. 2022. Vol. 43. P. 101159. DOI: 10.1016/j.ijcha.2022.101159.
4. Savarese G., Becher P.M., Lund L.H., Seferovic P., Rosano G.M.C., Coats A.J.S. Global

burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology // *Cardiovasc Res*. 2023. Vol. 118 (17). P. 3272–3287. DOI: 10.1093/cvr/cvac013.

5. Kanaoka K., Iwanaga Y., Sumita Y., Nakai M., Miyamoto Y. Management and Outcomes of Acute Heart Failure Hospitalizations in Japan // *Circ J*. 2024. Vol. 88 (8). P. 1265–1273. DOI: 10.1253/circj.CJ-23-0350.

6. Jayagopal P.B., Sastry S.L., Nanjappa V., Abdullakutty J., Joseph J., Vaidyanathan P.R., Kabra N., Manokar P., Ghanta S.S., Sharma V., Mishra T.K., Jathappa N., Singh V., Routray S.N., Mandal S., Bhalla N., Dorairaj P., Mehta N., Kumbha D., Rane A.R., Matia T.K., Jain D., Rege G., Modi S., Chopra V.K., Mohanan P.P., Geevar Zachariah A., Ravindranath K.S., Chakraborty R., Srinivas B.C., Raghu T.R., Manjunath C.N. Clinical characteristics and 30-day outcomes in patients with acute decompensated heart failure: Results from Indian College of Cardiology National Heart Failure Registry (ICCNHFR) // *Int J Cardiol*. 2022. Vol. 356. P. 73–78. DOI: 10.1016/j.ijcard.2022.03.021.

7. Галявич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М., Агеев Ф.Т., Аронов Д.М., Арутюнов Г.П., Беграмбекова Ю.Л., Беленков Ю.Н., Бойцов С.А., Бубнова М.Г., Васюк Ю.А., Виллевальде С.В., Виноградова Н.Г., Гарганеева А.А., Гендлин Г.Е., Гиляревский С.Р., Глезер М.Г., Готье С.В., Гринштейн Ю.И., Довженко Т.В., Драпкина О.М., Дупляков Д.В., Жиров И.В., Затейщиков Д.А., Звартау Н.Э., Иртюга О.Б., Кобалава Ж.Д., Козиолова Н.А., Коротеев А.В., Либис Р.А., Лопатин Ю.М., Мареев В.Ю., Мареев Ю.В., Мацкеплишвили С.Т., Михайлов Е.Н., Насонова С.Н., Нарусов О.Ю., Недогода С.В., Недошивин А.О., Овчинников А.Г., Орлова Я.А., Перепеч Н.Б., Погосова Н.В., Римская Е.М., Самко А.Н., Саидова М.А., Сапельников О.В., Сафиуллина А.А., Ситникова М.Ю., Скворцов А.А., Скибицкий В.В., Стукалова О.В., Тарловская Е.И., Терещенко А.С., Чесникова А.И., Федотов П.А., Фомин И.В., Хасанов Н.Р., Шевченко А.О., Шапошник И.И., Шария М.А., Шляхто Е.В., Явелов И.С., Якушин С.С. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024 // *Российский кардиологический журнал*. 2024. Т. 29 (11). С. 6162. URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/article/view/6162> (дата обращения: 22.12.2025). DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6162.

8. Criner G.J., Gayen S., Zantah M., Dominguez Castillo E., Naranjo M., Lashari B., Pourshahid S., Gangemi A. Clinical review of non-invasive ventilation // *Eur Respir J*. 2024. Vol. 64 (5). P. 2400396. DOI: 10.1183/13993003.00396-2024.

9. Nagao K., Kato T., Yaku H., Morimoto T., Aida K., Maruichi S.K., Inuzuka Y., Tamaki Y., Yamamoto E., Yoshikawa Y., Kitai T., Taniguchi R., Iguchi M., Kato M., Takahashi M., Jinnai T., Kawai T., Komasa A., Nishikawa R., Kawase Y., Morinaga T., Su K., Kawato M., Seko Y., Inada T., Inoko M., Toyofuku M., Furukawa Y., Nakagawa Y., Ando K., Kadota K., Shizuta S., Sato Y.,

Kuwahara K., Ozasa N., Ono Koh, Kimura T. Differential Prognostic Impact of Clinical Congestion between Preserved versus Reduced Ejection Fraction in Patients Hospitalized for Acute Decompensated Heart Failure: Findings from the Japanese Kyoto Congestive Heart Failure Registry // J Card Fail. 2025. Vol. 31(6). P. 912–924. DOI: 10.1016/j.cardfail.2024.08.060.

10. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M., Gardner R.S., Baumbach A., Böhm M., Burri H., Butler J., Čelutkienė J., Chioncel O., Cleland J.G.F., Crespo-Leiro M.G., Farmakis D., Gilard M., Heymans S., Hoes A.W., Jaarsma T., Jankowska E.A., Lainscak M., Lam C.S.P., Lyon A.R., McMurray J.J.V., Mebazaa A., Mindham R., Muneretto C., Francesco Piepoli M., Price S., Rosano G.M.C., Ruschitzka F., Skibelund A.K. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure // Eur Heart J. 2023. Vol. 44 (37). P. 3627–3639. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad195.

11. Miller J.D., Smith C.A., Hemauer S.J., Dempsey J.A. The effects of inspiratory intrathoracic pressure production on the cardiovascular response to submaximal exercise in health and chronic heart failure // Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2007. Vol. 292 (1). P. H580–592. DOI: 10.1152/ajpheart.00211.2006.

12. Harms C.A., Wetter T.J., McClaran S.R., Pegelow D.F., Nickele G.A., Nelson W.B., Hanson P., Dempsey J.A. Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise // J Appl Physiol. 1998. Vol 85 (2). P. 609–618. DOI: 10.1152/jappl.1998.85.2.609.

13. Kuhn B.T., Bradley L.A., Dempsey T.M., Puro A.C., Adams J.Y. Management of Mechanical Ventilation in Decompensated Heart Failure // J Cardiovasc Dev Dis. 2016. Vol. 3 (4). DOI: 10.3390/jcdd3040033.

14. Abd-Elmonsef M.M.E., Elsharawy D., Abd-Elsalam A.S. Mechanical ventilator as a major cause of infection and drug resistance in intensive care unit // Environ Sci Pollut Res. 2018. Vol. 25 (31). P. 30787–30792. DOI: 10.1007/s11356-017-8613-5.

15. Zhong S., Yang H., Zhao Z. Mortality rate analysis of patients on invasive mechanical ventilation in the intensive care unit on day 28 // Biomed Reports. 2024. Vol. 21 (4). P. 1–8. DOI: 10.3892/BR.2024.1828/ABSTRACT.

16. Li L., Tu B., Xiong Y., Hu Z., Zhang Z., Liu S., Yao Y. Machine Learning-Based Model for Predicting Prolonged Mechanical Ventilation in Patients with Congestive Heart Failure // Cardiovasc Drugs Ther. 2024. Vol. 8 (2). P. 359–369. DOI: 10.1007/s10557-022-07399-9.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.