

DOI: 10.15825/1995-1191-2026-1-121-127

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСХОДА ТРАНСПЛАНТАЦИИ СЕРДЦА ОТ ДОНОРОВ С РАСШИРЕННЫМИ КРИТЕРИЯМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Е.А. Спирина¹, Д.В. Рябцев¹, С.А. Саховский¹, А.К. Солодовникова¹, А.А. Кузнецова¹,
А.С. Игнаткина¹, Я.С. Карина¹, С.В. Готье^{1, 2}

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Российская Федерация

В настоящее время имеется высокая потребность в создании инструмента объективной оценки качества донорского сердца, вариантом которой является регрессионная модель факторов риска донора и реципиента, позволяющая прогнозировать результаты операции и увеличить число использования трансплантатов. **Цель исследования:** разработать модель суммарного риска однолетней летальности использования различных категорий доноров с расширенными критериями. **Материалы и методы.** В исследование включили 1500 реципиентов (1281 (85,4%) мужчин и 219 (14,6%) женщин) в возрасте от 9 до 78 лет (медиана составила 49,00 [38,00–56,00]), которым выполнили ортотопическую трансплантацию сердца (ОТС) в Национальном медицинском исследовательском центре трансплантации и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова за 11-летний период – с 01.01.2011 по 31.12.2021. Выполненные трансплантации сердца (n = 1500) были разделены на 2 клинические группы: 1-я группа (основная) – реципиенты, которым была выполнена ОТС от доноров с расширенными критериями (n = 1060; 70,6%); 2-я группа (контрольная) – реципиенты, которым была выполнена ОТС от доноров со стандартными критериями (n = 440; 29,4%) Для определения пригодности донорского сердца к трансплантации использовали критерии Международного общества трансплантации сердца и легких 2023 года. **Результаты.** Методом однофакторного регрессионного анализа были исследованы показатели донора и реципиента. Финальная модель многофакторного анализа включает 5 донорских характеристик (несоответствие веса донора и реципиента, возраст донора, высокую кардиотоническую поддержку, стенотическое поражение коронарных артерий, длительную ишемию трансплантата) и 4 реципиентских показателя (общий билирубин >40, креатинин >110, МНО >1,4, пВА ЭКМО перед ОТС). Наибольшую величину отношения шансов (ОШ) имели: возраст донора, стенотическое поражение коронарных артерий, ишемия трансплантата >6 часов, пВА ЭКМО перед ОТС. Предсказанная однолетняя летальность, численные показатели которой получены способом регрессионного анализа, имеет выраженную корреляцию ($R = 0,827$; $p < 0,001$) с наблюдаемой однолетней летальностью. Выполнили также анализ отдаленной выживаемости по группам риска, худшие показатели наблюдали в группе высокого риска. **Заключение.** Статистическая модель демонстрирует достоверный прогноз выживаемости в раннем и отдаленном посттрансплантационном периоде и может быть эффективно применена на этапе оценки донорского сердца и подбора пары «донор–реципиент», что позволит использовать большее количество сердечных доноров и адекватно оценить прогноз реципиента.

Ключевые слова: трансплантация сердца, механическая поддержка кровообращения, ВА ЭКМО, регрессионный анализ.

Для корреспонденции: Спирина Екатерина Александровна. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 1. Телефон: (968) 048-35-26. E-mail: spirina.ekaterina2011@yandex.ru

Corresponding author: Ekaterina Spirina. Address: 1, Shchukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation. Phone: (968) 048-35-26. E-mail: spirina.ekaterina2011@yandex.ru

PREDICTING THE OUTCOME OF HEART TRANSPLANTATION FROM EXPANDED-CRITERIA DONORS USING REGRESSION ANALYSIS

E.A. Spirina¹, D.V. Ryabtsev¹, S.A. Sakhovsky¹, A.K. Solodovnikova¹, A.A. Kuznetsova¹, A.S. Ignatkina¹, Ya.S. Karina¹, S.V. Gautier^{1, 2}

¹ Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

² Sechenov University, Moscow, Russian Federation

There is a growing need for tools that enable objective assessment of donor heart quality. One such approach is the use of regression models incorporating donor and recipient risk factors to predict surgical outcomes and potentially expand the donor pool by increasing the number of transplantations. **Objective:** to develop a model for estimating the total risk of one-year mortality in recipients using different categories of expanded-criteria donors (ECDs). **Materials and methods.** The study included 1,500 recipients who underwent orthotopic heart transplantation (OHT) at Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs over an 11-year period, from January 1, 2011, to December 31, 2021. The cohort comprised 1,281 men (85.4%) and 219 women (14.6%), aged 9 to 78 years (median age 49.0 [38.0–56.0] years). The heart transplants performed ($n = 1,500$) were divided into two clinical groups: group 1 (main group) comprised recipients who underwent OHT from ECDs ($n = 1,060$; 70.6%); group 2 (control group) included recipients who underwent OHT from standard-criteria donors ($n = 440$; 29.4%). Donor heart suitability for transplantation was assessed according to the 2023 criteria of the International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). **Results.** Donor- and recipient-related indicators were initially evaluated using univariate regression analysis. The final multivariate regression model included five donor-related factors – donor–recipient weight mismatch, donor age, high-dose cardiotoxic therapy, coronary stenosis, and prolonged graft ischemia – and four recipient-related factors – total bilirubin $>40 \mu\text{mol/L}$, creatinine $>110 \mu\text{mol/L}$, international normalized ratio (INR) >1.4 , and pre-transplant peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (pVA-ECMO). The highest odds ratios were observed for donor age, coronary stenosis, graft ischemia time exceeding 6 hours, and pre-transplant pVA-ECMO support. The predicted one-year mortality rate calculated using regression analysis showed a strong correlation ($R = 0.827$; $p < 0.001$) with the observed one-year mortality rate. Long-term survival was also analyzed across risk groups, with the worst outcomes observed in the high-risk group. **Conclusion.** The proposed statistical model provides a reliable prognostic accuracy for both early and long-term post-transplant survival. Its application at the stages of donor heart evaluation and donor–recipient matching may facilitate the use of a broader donor pool while enabling an objective assessment of recipient prognosis.

Keywords: heart transplantation, mechanical circulatory support, VA-ECMO, regression analysis.

ВВЕДЕНИЕ

В сложившихся условиях дефицита донорских органов на протяжении последних десятилетий использование сердец от доноров с расширенными критериями остается реальным путем повышения доступности ТС, в том числе и у пациентов, нуждающихся в неотложном ее выполнении и/или имеющих прогнозируемую худшую раннюю и отдаленную посттрансплантационную выживаемость [1].

В отечественной практике, в условиях отсутствия возможности широкого применения имплантируемых систем длительной МПК, стратегия использования субоптимальных доноров представляется реальным путем увеличения количества выполняемых ТС. Опыт выполнения ТС отдельными клиническими центрами в современной трансплантологической практике имеет основополагающее значение для принятия решения об использовании донорского

органа, по своим параметрам находящегося между «идеальным донором» и «непригодным донором». Имеется высокая потребность в создании инструмента объективной оценки качества донорского сердца, вариантом которой является регрессионная модель факторов риска донора и реципиента, позволяющая прогнозировать результаты операции и увеличить число использования трансплантатов [2, 3].

Цель исследования: разработать модель суммарного риска однолетней летальности, использования различных категорий доноров с расширенными критериями (несоответствие веса донора и веса реципиента, возраст донора старше 55 лет, высокая кардиотоническая поддержка, атеросклероз коронарных артерий, ишемия трансплантата более 5 часов, фракция выброса (ФВ) менее 50%, гипертрофия миокарда левого желудочка более 1,5 см, СЛР, клапанная патология).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включили 1500 реципиентов (1281 (85,4%) мужчин и 219 (14,6%) женщин) в возрасте от 9 до 78 лет (медиана составила 49,00 [38,00–56,00]), которым выполнили ортотопическую трансплантацию сердца (ОТС) в Национальном медицинском исследовательском центре трансплантации и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова за 11-летний период – с 01.01.2011 по 31.12.2021.

Выполненные трансплантации сердца (n = 1500) были разделены на 2 клинические группы:

- 1-я группа (основная) – реципиенты, которым была выполнена ОТС от доноров с расширенными критериями (n = 1060; 70,6%);
- 2-я группа (контрольная) – реципиенты, которым была выполнена ОТС от доноров со стандартными критериями (n = 440; 29,4%).

Для определения пригодности донорского сердца к трансплантации использовали критерии Международного общества трансплантации сердца и легких 2023 года [4]. Предтрансплантационная клиническая характеристика реципиента и донора представлена в табл. 1.

Таблица 1

Предтрансплантационная клиническая характеристика реципиентов и доноров основной и контрольной групп (n = 1500)

Pre-transplant clinical characteristics of recipients and donors in the main and control groups (n = 1,500)

Показатель		Основная группа (n = 1060)	Контрольная группа (n = 440)	Достоверность различия (p)
Реципиенты сердца				
Возраст, лет	M ± σ	46,3 ± 11,0	45,8 ± 13,0	0,448
	Me [Q1; Q3]	48,0 [38; 56]	48,0 [37,8; 56]	
Пол, женщины (n/%)		173/16,4	46/10,5	0,002
Вес, кг	M ± σ	79,5 ± 18,7	79,9 ± 17,0	0,699
	Me [Q1; Q3]	79 [66; 92]	78 [70; 90]	
Поверхность тела, м ²	M ± σ	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,1	1,000
	Me [Q1; Q3]	1,9 [1,7; 2,1]	1,9 [1,8; 2,0]	
ИМТ, кг/м ²	M ± σ	25,9 ± 5,2	25,7 ± 3,9	0,468
	Me [Q1; Q3]	25,5 [22,4; 29,4]	25,3 [23,1; 28,4]	
ХСН стадии IБ (n/%)		603/56,8	313/71,1	0,000
ХСН стадии III (n/%)		365/34,4	82/18,7	0,000
ФК по NYHA	M ± σ	3,3 ± 0,5	3,2 ± 0,4	0,000
	Me [Q1; Q3]	3 [3; 4]	3 [2; 3]	
ВА ЭКМО, (n/%)		343/32,4	96/21,8	0,000
ТПГ, мм рт. ст.	M ± σ	10,0 ± 4,2	8,8 ± 4,4	0,000
	Me [Q1; Q3]	9 [7; 16]	8 [6; 12]	
ОЛСС, ед. Вуда	M ± σ	3,7 ± 1,2	2,8 ± 1,5	0,000
	Me [Q1; Q3]	2,8 [1,7; 4,0]	2 [1,7; 3,6]	
Доноры сердца				
Возраст, лет	M ± σ	46,3 ± 11,0	38,5 ± 9,9	0,000
	Me [Q1; Q3]	48 [38; 56]	39 [31; 46,8]	
Пол (n/%)	женщины	259/24,5	80/18,2	0,01
	мужчины	801/75,5	360/81,8	
Пара «донор женщина – реципиент мужчина» (n/%)		114/10,8	29/6,6	0,07
Вес, кг	M ± σ	84,1 ± 17,6	79,3 ± 11,7	0,000
	Me [Q1; Q3]	80 [70; 90]	80 [70; 87,3]	
Отношение «вес донора / вес реципиента»	M ± σ	1,0 ± 0,3	0,9 ± 0,2	0,000
	Me [Q1; Q3]	1 [0,8; 1,3]	1 [0,9; 1,1]	
ОНМК у донора, (n/%)		804/75,8	233/53,0	0,000
ИВЛ, сутки	M ± σ	2,5 ± 1,8	2,8 ± 3,8	0,038
	Me [Q1; Q3]	2,0 [1; 3]	2,0 [1; 3]	
Eurotransplant Heart Transplant Score, балл		26,8 ± 12,4	24,4 ± 10,2	0,000

Примечание. ВА ЭКМО – вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация; ТПГ – транспульмональный градиент; ОЛСС – общее легочное сосудистое сопротивление; ИВЛ – искусственная вентиляция легких.

Note. ВА ЭКМО – venoarterial extracorporeal membrane oxygenation; ТПГ – transpulmonary gradient; ОЛСС – total pulmonary vascular resistance; ИВЛ – mechanical ventilation.

Статистический анализ выполнили в программе IBM SPSS Statistics 23 (IBM Inc., США). Методом однофакторного регрессионного анализа в основной группе выявлены факторы однолетней летальности; эти факторы включены в модель многофакторной логистической регрессии. Независимым предикторам однолетней летальности ($p < 0,05$) присвоены баллы на основе относительных коэффициентов шансов (ОШ). Прогнозируемые показатели однолетней летальности были рассчитаны с использованием уравнения регрессии. Группы низкого (10 баллов), среднего (11–15 баллов) и высокого (16 баллов) риска были созданы на основе прогнозируемых показателей смертности в течение года. Выполнили сравнение предсказанной и наблюдаемой летальности по группам. Для проверки точности модели была рассчитана корреляция между прогнозируемыми и наблюдаемыми показателями и рассчитан коэффициент Пирсона (r). Методом Каплана–Мейера изучена отдаленная выживаемость по группам риска.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Методом однофакторного регрессионного анализа было исследовано 9 показателей субоптимального донора (несоответствие веса донора и веса реципиента, возраст донора старше 55 лет, высокая кардиотоническая поддержка, стенотическое поражение коронарных артерий, ишемия трансплантата более 5 часов, фракция выброса (ФВ) менее 50%, гипертрофия миокарда левого желудочка более 1,5 см, сердечно-легочная реанимация (СЛР), клапанная патология), из них значимыми оказались 5 факторов (табл. 2).

Учитывая возможность влияния факторов реципиента на исход ТС, их также решили включить в исследование. Использовали 8 показателей реципиента (общий билирубин >40 , креатинин >110 , МНО $>1,4$, пВА ЭКМО перед ОТС, возраст реципиента старше 65 лет, ИМТ >30 кг/м², ТПГ >15 мм рт. ст., ОЛСС >3 ед. Вуда, СД 2-го типа), из них значимыми оказались 4 (табл. 3).

Таблица 2

Однофакторный регрессионный анализ факторов риска донора при ТС от доноров с расширенными критериями ($n = 1060$)

Univariate regression analysis of donor-related risk factors for heart transplant from using expanded-criteria donors ($n = 1,060$)

Показатель	Отношение шансов (95% ДИ)	p
Несоответствие веса донора и реципиента	1,785 (0,552–1,117)	0,002
Возраст донора старше 55 лет	2,186 (1,669–2,884)	0,000
Высокая кардиотоническая поддержка	1,999 (1,003–3,941)	0,005
Стенотическое поражение коронарных артерий	4,062 (2,070–7,973)	0,000
Ишемия трансплантата >6 часов	1,608 (1,446–1,867)	0,004
Фракция выброса (ФВ) $<50\%$	0,698 (0,386–1,262)	0,234
Гипертрофия миокарда левого желудочка $>1,5$ см	0,880 (0,585–1,326)	0,542
СЛР	0,899 (0,305–2,649)	0,848
Клапанная патология	0,735 (0,153–3,541)	0,701

Примечание. СЛР – сердечно-легочная реанимация.

Note. СЛР – cardiopulmonary resuscitation.

Таблица 3

Однофакторный регрессионный анализ факторов риска реципиента при ТС от доноров с расширенными критериями ($n = 1060$)

Univariate regression analysis of recipient risk factors in heart transplant from expanded-criteria donors ($n = 1,060$)

Показатель	Отношение шансов (95% ДИ)	p
Общий билирубин >40 , мкмоль/л	1,531 (0,381–0,740)	0,000
Креатинин >110 , мкмоль/л	1,528 (0,317–0,879)	0,014
МНО $>1,4$	1,540 (0,391–0,713)	0,000
пВА ЭКМО перед ОТС	2,277 (6,357–14,440)	0,000
Возраст старше 65 лет	0,290 (0,646–4,317)	0,290
ИМТ >30 кг/м ²	0,468 (0,515–1,356)	0,468
ТПГ >15 мм рт. ст., ОЛСС >3 ед. Вуда	0,680 (0,785–1,450)	0,680
СД 2-го типа	0,406 (0,646–1,193)	0,878

Финальная модель многофакторного анализа включает 5 донорских и 4 реципиентских фактора (c-statistic = 0,64). Наибольшую величину отношения шансов (ОШ) имели: возраст донора, стенотическое

поражение коронарных артерий, ишемия трансплантата >6 часов, пВА ЭКМО перед ОТС (табл. 4).

Статистически значимым показателем присвоено количество баллов. Предсказанную летальность

Таблица 4

Многофакторный регрессионный анализ факторов риска донора и реципиента при ТС (n = 1060)
Multivariate regression analysis of donor and recipient risk factors in heart transplantation (n = 1060)

Показатель	Отношение шансов (95% ДИ)	p
Несоответствие веса донора и реципиента	1,961 (0,690–1,324)	0,001
Возраст донора старше 55 лет	5,852 (0,889–11,184)	0,001
Высокая кардиотоническая поддержка	1,560 (0,908–1,974)	0,001
Стенотическое поражение коронарных артерий	8,142 (0,769–15,695)	0,001
Ишемия трансплантата >6 часов	3,844 (1,497–7,434)	0,001
Общий билирубин >40, мкмоль/л	1,970 (0,662–1,420)	0,001
Креатинин >110, мкмоль/л	1,260 (0,339–0,992)	0,047
МНО >1,4	1,320 (0,566–1,108)	0,043
пВА ЭКМО перед ОТС	3,910 (0,219–6,538)	0,001

Таблица 5

Шкала риска летального исхода в раннем послеоперационном периоде после ТС от субоптимальных доноров (n = 1060)

Risk stratification scale for early postoperative mortality after heart transplantation from suboptimal donors (n = 1,060)

Показатель	Отношение шансов	Баллы
Несоответствие веса донора и реципиента <1,2	1,961	2
Возраст донора 55 лет	5,852	6
Высокая кардиотоническая поддержка	1,560	2
Стенотическое поражение коронарных артерий	8,142	8
Ишемия трансплантата >6 часов	3,844	4
Общий билирубин >40, мкмоль/л	1,970	2
Креатинин >110, мкмоль/л	1,260	1
МНО >1,4	1,302	1
пВА ЭКМО перед ОТС	3,910	4
Максимальное количество баллов	30	

Шкала риска доноров и реципиентов	Предсказанная однолетняя летальность, %
10	11,4
12	12,4
14	13,6
16	15,2
18	18,5
20	20,3
22	22,0
24	24,4
26	26,0
28	28,2
>29	>30

рассчитали методом регрессии в зависимости от количества баллов (табл. 5).

Предсказанная однолетняя летальность, численные показатели которой получены способом регрессионного анализа, имеет выраженную корреляцию (R = 0,827; p < 0,001) с наблюдаемой однолетней летальностью.

В зависимости от степени риска летального исхода в течение года после ТС пациентов разделили на 3 группы: низкого риска (менее 10 баллов), среднего риска (от 11 до 15 баллов) и высокого риска (более 16 баллов). Предсказанная однолетняя летальность была сходной с наблюдаемой летальностью по группам (10,0; 12,2; 14,6%) (табл. 6).

Таблица 6

Распределение реципиентов по группам риска однолетней летальности
Distribution of recipients by 1-year mortality risk groups

	Группа низкого риска	Группа среднего риска	Группа высокого риска
Баллы шкалы риска	<10	11–15	>16
Предсказанная однолетняя летальность (%)	≤11,2	11,2–14,8	>14,8
Наблюдаемая однолетняя летальность (%)	10,0	12,2	14,6
Число факторов риска (%)			
0–1	100	88,2	29
2–3	–	11,8	68,4
4–5	–	–	2,6

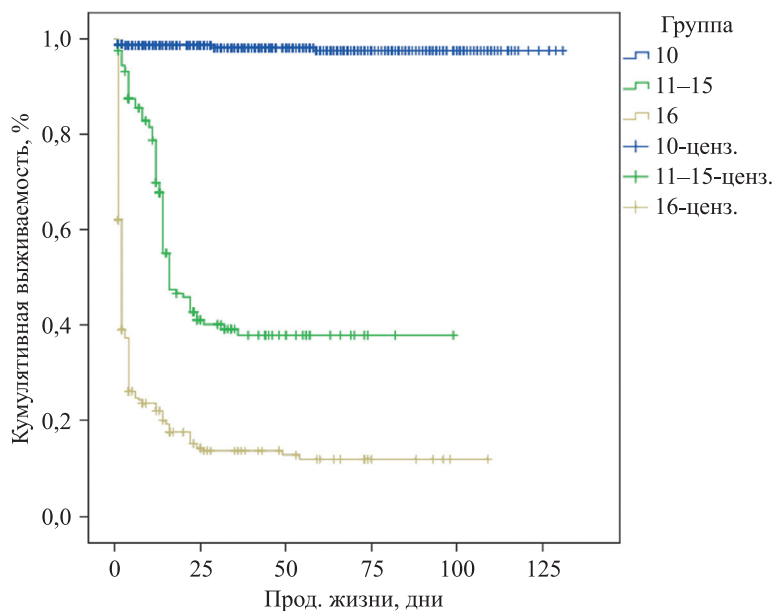


Рис. Отдаленная выживаемость реципиентов сердца при ТС от доноров с расширенными критериями по группам риска

Fig. Long-term survival of heart transplant recipients from expanded-criteria donors stratified by risk group

Выполнили также анализ отдаленной выживаемости по группам риска, худшие показатели наблюдали в группе высокого риска (рис.).

ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях дефицита донорских сердец актуальным остается использование сердец от доноров с расширенными критериями. Имеется предположение, что в случае использования всех предложенных донорских сердец проблема нехватки органов будет решена [5].

В представленном исследовании за период с 01.01.2011 г. по 31.12.2021 г. количество ежегодно выполняемых ТС от доноров с расширенными критериями возросло с 46% (2011 г.) до максимального значения 72,1% (2019 г.). Большую часть донорского пула (70,6%) составляли доноры с расширенными критериями, такими как длительная ишемия сердечного трансплантата, возраст 45–55 лет, наличие сопутствующей, но потенциально корригируемой патологии клапанного аппарата сердца, коронарных артерий, несоответствие между весом донора и весом реципиента более 20%, сниженная систолическая функция левого желудочка (ЛЖ), гипертрофия миокарда ЛЖ, высокая симпатомиметическая поддержка, СЛР, отравление метанолом и их сочетания.

ТС от доноров при наличии одного или нескольких факторов риска может рассматриваться реципиентам, нуждающимся в неотложной операции, и сопровождается увеличением степени риска с высокой вероятностью неблагоприятного исхода трансплантации [6]. В настоящее время не существует чет-

ких рекомендаций использования субоптимальных доноров, что привело к различию в подходах к их использованию для ТС между отдельными трансплантационными центрами государственных или межгосударственных систем распределения органов [3, 7].

Увеличение количества трансплантаций сердца во многих трансплантационных центрах совпало с расширением критериев донорства. Результаты ТС от доноров с расширенными критериями противоречивы, демонстрируют сопоставимую или худшую раннюю и отдаленную выживаемость по сравнению с ТС от доноров со стандартными критериями. Очевидно, что на результаты ТС от доноров с расширенными критериями влияют не только характеристики самого донора, но и предтрансплантационные параметры реципиента: возраст, наличие предтрансплантационной МПК, повторный характер оперативного вмешательства, выраженность предтрансплантационной легочной гипертензии и полиорганной дисфункции [2, 8].

С учетом этого представляется целесообразным создание на основе собственного многолетнего опыта и выполнения большого количества ТС от маргинальных доноров статистической модели, прогнозирующей риск ТС от доноров с расширенными критериями, в зависимости от наличия конкретного фактора расширенного донорства, их количества и сочетания с предтрансплантационными факторами реципиента.

На основании однофакторного анализа исследованы факторы риска донора, из которых статистически

значимыми являются 5 факторов: несоответствие веса донора и веса реципиента ($p < 0,002$), возраст донора старше 55 лет ($p < 0,000$), высокая кардиотоническая поддержка ($p < 0,005$), стенотическое поражение коронарных артерий ($p < 0,000$), ишемия трансплантата >6 часов ($p < 0,004$). При анализе факторов риска реципиента значимыми оказались: общий билирубин >40 мкмоль/л ($p < 0,000$), креатинин >110 мкмоль/л ($p < 0,014$), МНО $>1,4$ ($p < 0,000$), периферическое ВА ЭКМО до ТС ($p < 0,000$). Полученные показатели включили в многофакторную регрессионную модель риска ТС. Наибольшую величину отношения шансов (ОШ) имели: возраст донора, предсуществующее стенотическое поражение коронарных артерий, ишемия трансплантата более 6 часов, периферическое ВА ЭКМО до ТС у реципиента. В нашем исследовании предсказанная однолетняя летальность имела выраженную корреляцию с наблюдаемой однолетней летальностью ($R = 0,827$; $p < 0,001$). При анализе отдаленной выживаемости, также худшие показатели наблюдали в группе высокого риска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статистическая модель демонстрирует достоверный прогноз выживаемости в раннем и отдаленном посттрансплантационном периоде и может быть эффективно применена на этапе оценки донорского сердца и подбора пары «донор–реципиент», что позволит использовать большее количество сердечных доноров и адекватно оценить прогноз реципиента.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Wang Y, Cai J, Sun Y, Zhang J, Xie F, Alshirbini MH et al. Extended donor criteria in heart transplantation:

- a retrospective study from a single Chinese institution. *J Thorac Dis.* 2018 Apr; 10 (4): 2153–2165. doi: 10.21037/jtd.2018.03.149. PMID: 29850119; PMCID: PMC5949496.
2. Smits JM, De Pauw M, de Vries E, Rahmel A, Meiser B, Laufer G, Zuckermann A. Donor scoring system for heart transplantation and the impact on patient survival. *J Heart Lung Transplant.* 2012 Apr; 31 (4): 387–397. doi: 10.1016/j.healun.2011.11.005.
3. Guglin M. How to increase the utilization of donor hearts? *Heart Fail Rev.* 2015 Jan; 20 (1): 95–105. doi: 10.1007/s10741-014-9434-y. PMID: 24858482.
4. Velleca A, Shullo MA, Dhital K, Azeka E, Colvin M, DePasquale E et al. The International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) guidelines for the care of heart transplant recipients. *J Heart Lung Transplant.* 2023 May; 42 (5): e1–e141. doi: 10.1016/j.healun.2022.10.015. Epub 2022 Dec 20. PMID: 37080658.
5. Russo MJ, Davies RR, Hong KN, Chen JM, Argenziano M, Moskowitz A et al. Matching high-risk recipients with marginal donor hearts is a clinical effective strategy. *Ann Thorac Surg.* 2009 Apr; 87 (4): 1066–1071. doi: 10.1016/j.athoracsur.2008.12.020.
6. Eisen HJ. Adverse outcomes from the use of older donor hearts in cardiac transplant recipients: the pros and cons of expanded donor criteria. *J Am Coll Cardiol.* 2004 May 5; 43 (9): 1562–1564. doi: 10.1016/j.jacc.2004.02.005.
7. Khasati N, Barnard J, Bittar MN, Machaal A, Waterworth P, Yonan N. Donor heart selection: Wythenshawe experience. *Transplant Proc.* 2005 Mar; 37 (2): 1331–1332. Cite this article as: Wang Y, Cai J, Sun Y, Zhang J, Xie F, Alshirbini MH, Shi J, Dong N. Extended donor criteria in heart transplantation: a retrospective study from a single Chinese institution. *J Thorac Dis.* 2018; 10 (4): 2153–2165. doi: 10.21037/jtd.2018.03.149.
8. Wittwer T, Wahlers T. Marginal donor grafts in heart transplantation: lessons learned from 25 years of experience. *Transpl Int.* 2008 Feb; 21 (2): 113–125. doi: 10.1111/j.1432-2277.2007.00603.x.

*Статья поступила в редакцию 25.12.2025 г.
The article was submitted to the journal on 25.12.2025*