

DOI: 10.15825/1995-1191-2026-1-147-153

ФАКТОРЫ РИСКА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ИСХОДА ПРИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ СЕРДЦА У ДЕТЕЙ

Е.А. Спирина¹, Д.В. Рябцев¹, В.В. Колядина¹, А.Ч. Чартаев¹, А.С. Епремян¹,
А.К. Солодовникова¹, А.А. Кузнецова¹, А.С. Игнаткина¹, Н.С. Правкина¹, 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

Трансплантация сердца (ТС) является единственным радикальным методом хирургического лечения терминальной хронической сердечной недостаточности (ХСН). **Цель исследования:** изучение факторов, негативно влияющих на непосредственные результаты трансплантации сердца у детей. **Материалы и методы.** За период с 01.01.2012 по 31.12.2024 в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России выполнили 91 ТС реципиентам младше 18 лет. Выполненные трансплантации сердца разделены на 2 клинические группы: выжившие реципиенты (n = 79; 86,8%) и умершие реципиенты (n = 12; 13,2%). **Результаты.** В период с 2012-го по 2024 г. было выполнено 2190 трансплантаций сердца, из них 91 (4,2%) – детям. Тяжелая ранняя дисфункция развилась у 14 (15,4%) детей – реципиентов сердца. Госпитальная летальность составила 13,2%. Высокий класс неотложности (UNOS) реципиентов сердца, наличие краткосрочной механической поддержки кровообращения (МПК) и клинические проявления полиорганной недостаточности вызвали необходимость расширения критериев использования донорских сердец для трансплантации. Данные ROC-анализа подтверждают влияние исходных лабораторных показателей реципиента на исход ТС. Показатели уровня натрия, лактата, мочевины и гемоглобина, количества эритроцитов и тромбоцитов в крови демонстрируют статистически значимую предиктивную способность, что подтверждают значения площади под кривой (AUC). Доноры сердца в когорте умерших реципиентов были достоверно старше, чем в когорте выживших реципиентов. Отношение «вес донора / вес реципиента» было больше в когорте умерших в раннем посттрансплантационном периоде реципиентов. В когорте умерших реципиентов величины отношений «рост донора / рост реципиента», «площадь поверхности тела донора / площадь поверхности тела реципиента», длительность ишемии сердечного трансплантата, анестезиологического пособия, оперативного вмешательства, искусственного кровообращения были достоверно больше. **Заключение.** На результативность ТС у детей (госпитальная выживаемость 86,8%) влияют класс неотложности выполнения ТС (UNOS) и вторичные по отношению к нему факторы, такие как степень тяжести полиорганной дисфункции реципиента, возраст донора, наличие значимого несоответствия по антропометрическим параметрам, продолжительность операции и объем интраоперационной кровопотери.

Ключевые слова: трансплантация сердца у детей, донор сердца, неотложные показания ТС.

Для корреспонденции: Спирина Екатерина Александровна. Адрес: 123182, Москва, ул. Щукинская, д. 1. Тел. (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

RISK FACTORS FOR ADVERSE OUTCOMES IN PEDIATRIC HEART TRANSPLANTATION

E.A. Spirina¹, D.V. Ryabtsev¹, V.V. Kolyadina¹, A.Ch. Chartaev¹, A.S. Epremyan¹, A.K. Solodovnikova¹, A.A. Kuznetsova¹, A.S. Ignatkina¹, N.S. Pravkina¹, 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

Heart transplantation (HT) remains the only definitive surgical treatment for end-stage chronic heart failure (CHF). **Objective:** to investigate factors associated with adverse immediate outcomes following HT in children. **Materials and methods.** Between January 1, 2012, and December 31, 2024, 91 HTs were performed in recipients under 18 years of age at Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow. The patients were divided into two groups based on early postoperative outcomes: survivors ($n = 79$; 86.8%) and non-survivors ($n = 12$; 13.2%). **Results.** Between 2012 and 2024, a total of 2,190 HTs were performed, including 91 (4.2%) in children. Severe early graft dysfunction occurred in 14 pediatric heart recipients (15.4%), and in-hospital mortality was 13.2%. A high recipient urgency status (UNOS), the use of short-term mechanical circulatory support, and clinical manifestations of multiple organ failure necessitated the expansion of donor heart selection criteria. Receiver operating characteristic (ROC) analysis demonstrated that baseline laboratory parameters influenced transplant outcomes. Serum sodium, lactate, and urea levels, as well as hemoglobin levels, red blood cell and platelet counts, showed statistically significant predictive value, as confirmed by area under the curve (AUC) analysis. Donors in the non-survivor group were significantly older than those in the survivor group. The donor-to-recipient weight ratio was higher among recipients who died in the early post-transplant period. In the non-survivor cohort, significantly higher values were observed for the donor-to-recipient height ratio, donor-to-recipient body surface area ratio, and durations of graft ischemia, anesthesia, surgery, and cardiopulmonary bypass. **Conclusion.** The effectiveness of pediatric HT (hospital survival rate 86.8%) is influenced primarily by recipient urgency status (UNOS). Additional contributing factors include severity of multiple organ dysfunction, donor age, significant donor–recipient anthropometric mismatch, operative time, and intraoperative blood loss.

Keywords: pediatric heart transplantation, heart donor, urgent indications for heart transplantation, risk factors.

ВВЕДЕНИЕ

Трансплантация сердца (ТС) является единственным радикальным методом хирургического лечения терминальной хронической сердечной недостаточности (ХСН). На сегодняшний день в Российской Федерации отсутствует посмертное донорство от доноров младше 18 лет, и ТС от взрослого донора может рассматриваться как единственный метод лечения.

В ряде одно- и многоцентровых исследований изучено влияние факторов риска реципиента и донора на результативность выполнения ТС. Высокий класс неотложности выполнения ТС у реципиента приводит к необходимости использования доноров с расширенными критериями и оказывает значимое влияние на течение интраоперационного периода. ТС при отсутствии полной совместимости по антропометрическим показателям и от доноров старшей возрастной категории может рассматриваться у детей, нуждающихся в неотложной операции, и сопровождается увеличением риска неблагоприятного исхода [1].

В ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России за период с 01.01.2012 по 31.12.2024, накоплен опыт выполнения ТС детям, анализ которого составил предмет настоящего исследования.

Цель исследования: изучение факторов, негативно влияющих на непосредственные результаты трансплантации сердца у детей от доноров старше 18 лет.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За период с 01.01.2012 по 31.12.2024 в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России выполнили 91 ТС реципиентам младше 18 лет, среди которых 9,6% девочек ($n = 36$), 60,4% мальчиков ($n = 55$) в возрасте от 6 до 17 ($13,9 \pm 2,3$) лет.

Основными причинами развития терминальной ХСН были: кардиомиопатия – у 81 (89,0%) и врожденные пороки сердца (ВПС) – у 7 (7,7%). Тяжесть ХСН по классификации NYHA соответствовала II–IV ($3,2 \pm 0,5$) функциональному классу. У 41 (45,1%) неотложность выполнения ТС соответствовала стату-

су 2 UNOS, у 18 (19,8%) – статусу 1B, у 32 (35,2%) – статусу 1A.

У 21 (23,1%) реципиента выполнили повторное кардиохирургическое вмешательство. У 36 (39,6%) до ТС применили краткосрочную ($n = 26$; 24,2%), длительную ($n = 8$; 8,8%) или комбинацию (длительную и краткосрочную; $n = 2$; 2,2%) механическую поддержку кровообращения (МПК). Продолжительность ВА ЭКМО до ТС составила 1–20 (4,50 [1,75; 6,00]) суток. У 10 (11,0%) реципиентов до ТС имплантировали левожелудочковый обход HeartMate III (Abbott Laboratories, США), продолжительность которого составила 7–1019 (609,5 [576,25; 880,0]) суток.

Реципиенты сердца ($n = 91$) разделены на 2 клинические группы:

- 1-я группа – трансплантации сердца детям от доноров старше 18 лет с благоприятным исходом – выжившие реципиенты ($n = 79$; 86,8%);
- 2-я группа – трансплантации сердца детям от доноров старше 18 лет с неблагоприятным исходом – умершие реципиенты ($n = 12$; 13,2%).

Статистический анализ выполнен в программах Statistica 12, SPSS 26. Количественные переменные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения, а также медианы и межквартильного интервала. Различия между двумя группами оценивались с использованием t-критерия Стьюдента, а также U-критерия Манна–Уитни при ненормальном распределении. Для определения предиктивной значимости количественных переменных выполнен ROC-анализ. Определение оптимального порогового значения проводилось на основании индекса Юдена. Пороговый уровень статистической значимости принят для $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За период с 2012-го по 2024 г. в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России было выполнено 2190 трансплантаций сердца, из них 91

(4,2%) трансплантация – детям. Доля трансплантаций сердца детям от общего числа реципиентов в различные годы анализируемого периода (2012–2024 гг.) составила от 0,98% (2013 г.) до 7,2% (2024 г.) (рис.).

Трансплантация сердца детям проводилась от доноров с констатированной смертью головного мозга, причиной которой явилось нетравматическое ($n = 58$; 63,7%) или травматическое ($n = 33$; 36,3%) повреждение головного мозга. Возраст доноров составил от 18 до 67 ($36,7 \pm 11,7$) лет, разница в возрасте между донорами и реципиентами составила от 3 до 58 ($22,6 \pm 12,5$) лет.

Длительность ишемии трансплантата составила 176,50 [137,00; 210,50] минут, ИК – 97,00 [79,00; 125,50] минут. Наибольшее значение вазоактивного инотропного индекса 11,3 [7,25; 18,23], интраоперационная кровопотеря – 800,0 [500,00; 1400,00] мл, послеоперационная кровопотеря – 250,0 [150,00; 375,00] мл, продолжительность послеоперационной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) – 10 [5,97; 24,25] часов. У 36 (39,7%) реципиентов применяли посттрансплантационную МПК продолжительностью 3,0 [1,48; 4,50] суток.

Тяжелая ранняя дисфункция трансплантата развилась у 14 (15,4%) реципиентов. Госпитальная летальность составила 13,2%.

Результаты сравнительного анализа параметров предтрансплантационного периода, донора и интраоперационного периода между выжившими ($n = 79$; 86,8%) и умершими ($n = 12$; 13,2%) реципиентами представлены в табл. 1.

Умершие пациенты чаще нуждались в неотложном выполнении ТС и краткосрочной предтрансплантационной МПК, также они были младше и с меньшими антропометрическими параметрами.

В табл. 2 представлены результаты сравнительного анализа предтрансплантационных лабораторных исследований у выживших ($n = 79$) и умерших ($n = 12$) реципиентов младше 18 лет.

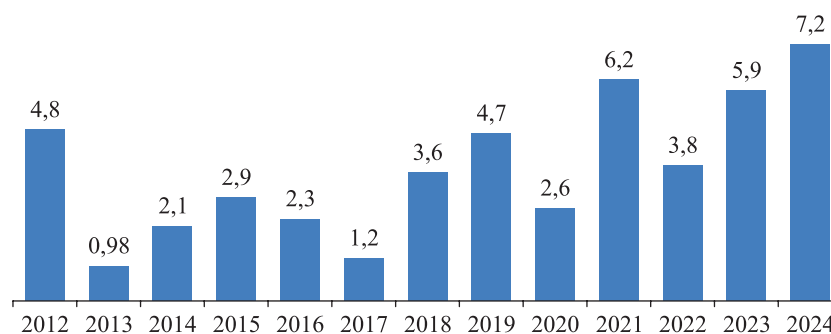


Рис. Доля (%) трансплантаций сердца реципиентам младше 18 лет от общего числа трансплантаций в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России (01.10.2012–31.12.2024)

Fig. Percentage of heart transplants (HTs) performed in recipients under 18 years of age relative to the total number of HTs conducted at Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs (October 1, 2012 – December 31, 2024)

Таблица 1

Предтрансплантационная клиническая характеристика выживших и умерших в раннем посттрансплантационном периоде реципиентов
Pre-transplant clinical characteristics of surviving and non-surviving transplant recipients in the early post-transplant period

Параметры	Реципиенты сердца младше 18 лет		p
	Выжившие, n = 79	Умершие, n = 12	
Возраст, лет (ср. ± ст. откл.)	14,10 ± 2,13	12,5 ± 6,9	0,023
Пол, n/%			
мальчики	51/64,6	4/33,3	0,057
девочки	28/35,4	8/66,7	
Вес, кг (Ме [Q1; Q3])	50,0 [38,5; 65,0]	31,5 [25,25; 37,75]	<0,0001
Рост, см (Ме [Q1; Q3])	163,0 [152,0; 174,0]	145,5 [131,75; 153,0]	<0,0001
Площадь поверхности тела, м ² (ср. ± ст. откл.)	1,54 ± 0,31	1,15 ± 0,27	<0,0001
ФК СН (Ме [Q1; Q3])	3,00 [3,00; 4,00]	4,00 [3,00; 4,00]	0,158
UNOS, статус (Ме [Q1; Q3])			
1A	23/29,1	9/75,0	<0,030
1B	15/19,0	3/25	
2	41/51,9	0/0,0	
Краткосрочная МПК, n/%			
ВА ЭКМО	17/21,5	7/66,7	<0,003
Другое		1/8,3	
Краткосрочная МПК, сут (Ме [Q1; Q3])	3,60 [1,09; 5,25]	5,00 [3,82; 6,00]	0,239

Примечание. p – достоверность отличия.

Note. p – significance level.

Таблица 2

Сравнительный анализ предтрансплантационных лабораторных исследований у выживших (n = 79) и умерших (n = 12) реципиентов сердца
Comparative analysis of pre-transplant laboratory tests in surviving (n = 79) and non-surviving (n = 12) heart transplant recipients

Параметры	Реципиенты сердца младше 18 лет		p
	Выжившие, n = 79 (Ме [Q1; Q3])	Умершие, n = 12 (Ме [Q1; Q3])	
Гемоглобин, г/л	125,0 [105,00; 142,00]	96,0 [81,50; 115,0]	0,018
Эритроциты, ×10 ⁹ /л	4,50 [4,11; 4,98]	3,70 [3,03; 4,23]	0,011
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л	210,00 [162,00; 262,00]	122,00 [58,60; 219,00]	0,020
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	7,90 [6,65; 8,30]	7,60 [6,00; 7,60]	0,954
Мочевина, ммоль/л	5,50 [4,60; 8,07]	7,9 [6,30; 12,92]	0,014
Креатинин, мкмоль/л	63,9 [48,66; 78,25]	48,20 [38,76; 70,75]	0,749
Общий билирубин, мкмоль/л	23,20 [12,91; 36,35]	46,00 [10,64; 60,03]	0,042
АЛТ, ед./л	20,90 [16,00; 51,70]	24,50 [11,17; 68,19]	0,373
АСТ, ед./л	29,30 [21,47; 39,70]	32,70 [26,50; 106,34]	0,250
Альбумин, г/л	41,40 [24,00; 54,60]	44,40 [41,81; 45,04]	0,310
Общий белок, г/л	69,00 [65,50; 74,13]	66,60 [61,15; 75,60]	0,850
NT-proBNP	2530,00 [1514,25; 6393,00]	9016,00 [6207,00; 11825,00]	0,012
pH _n	7,40 [7,33; 7,40]	7,40 [7,38; 7,45]	0,351
BEв, ммоль/л	-0,20 [-1,40; 1,98]	0,40 [-3,25; 2,35]	0,821
p _v O ₂ , мм рт. ст.	38,50 [31,73; 44,63]	31,70 [26,40; 42,45]	0,350
S _v O ₂ , %	67,00 [57,10; 75,30]	58,60 [39,10; 71,95]	0,005
Лактат, ммоль/л	1,00 [0,90; 1,40]	1,54 [1,35; 2,95]	0,001
Na ⁺ , ммоль/л	139,0 [137,0; 140,0]	135,0 [134,0; 138,0]	0,009
K ⁺ , ммоль/л	3,50 [3,33; 3,88]	4,0 [3,50; 4,25]	0,042

Примечание. NT-proBNP – натрийуретического гормона (B-типа) N-концевой пропептид.

Note. NT-proBNP – N-terminal pro-B-type natriuretic peptide.

Предтрансплантационные показатели гемоглобина, эритроцитов и тромбоцитов были достоверно ниже в группе умерших пациентов. Также наблюдали более низкие показатели S_bO_2 ($p < 0,005$), S_bO_2 , Na^+ . В этой же когорте реципиентов выявили достоверно более высокий предтрансплантационный уровень мочевины, общего билирубина и натрийуретического гормона (В-типа) N-концевого пропептида.

Данные ROC-анализа подтверждают влияние исходных лабораторных показателей реципиента на исход ТС (табл. 3). В табл. 4 приведены данные пороговых значений показателей, ассоциированных с повышенным риском летального исхода.

Высокий класс неотложности (UNOS) реципиентов сердца, наличие краткосрочной МПК и клинические проявления полиорганной недостаточности

вызывали необходимость расширения критериев использования донорских сердец для трансплантации.

В табл. 5 представлены данные сравнительного анализа характеристик донора сердца выживших и умерших в раннем посттрансплантационном периоде реципиентов.

Доноры сердца в когорте умерших реципиентов были достоверно старше, чем в когорте выживших реципиентов.

У реципиентов сердца, умерших в раннем посттрансплантационном периоде, отношение «вес донора / вес реципиента» было больше отношения «рост донора / рост реципиента», «площадь поверхности тела донора / площадь поверхности тела реципиента» были также больше в когорте умерших реципиентов.

В табл. 6 представлены данные сравнительного анализа характеристик интраоперационного периода

Таблица 3

ROC-анализ: AUC (площадь под ROC-кривой) и 95% ДИ для AUG лабораторных значений реципиентов сердца младше 18 лет

ROC analysis: AUC and 95% CI for pre-transplant laboratory parameters in heart transplant recipients under 18 years of age

Показатель	AUC (95% ДИ)	p (AUC)
Na^+ , ммоль/л	0,761 (0,597–0,925)	0,002
Эритроциты, $\times 10^9$ /л	0,742 (0,567–0,918)	0,007
Гемоглобин, г/л	0,738 (0,567–0,909)	0,006
Лактат, ммоль/л	0,737 (0,572–0,903)	0,005
Мочевина, ммоль/л	0,722 (0,562–0,883)	0,007
Тромбоциты, $\times 10^9$ /л	0,692 (0,514–0,869)	0,034
S_bO_2 , %	0,622 (0,406–0,838)	0,27
Общий билирубин, мкмоль/л	0,577 (0,341–0,813)	0,522
NT-proBNP	0,825 (0,617–1,000)	0,002

Таблица 4

Показатели оптимального порогового значения и диагностические характеристики порога (Se/Sp, PPV/NPV) лабораторных показателей для реципиентов младше 18 лет

Optimal threshold values and diagnostic threshold characteristics (Se/Sp, PPV/NPV) in heart transplant recipients under 18 years of age

Показатель	Порог (индекс Юдена)	Se	Sp	PPV	NPV
Na^+ , ммоль/л	≥ 139	0,636	0,838	0,368	0,939
Эритроциты, $\times 10^9$ /л	$\leq 3,8$	0,636	0,827	0,35	0,939
Гемоглобин, г/л	≤ 97	0,636	0,813	0,333	0,938
Лактат, ммоль/л	$\geq 1,3$	0,818	0,703	0,29	0,963
Мочевина, ммоль/л	$\geq 6,6$	0,727	0,68	0,25	0,944
Тромбоциты, $\times 10^9$ /л	≤ 122	0,818	0,68	0,273	0,962
S_bO_2 , %	$\leq 39,8$	0,364	0,959	0,571	0,91
Общий билирубин, мкмоль/л	≥ 46	0,545	0,827	0,316	0,925
NT-proBNP	≥ 3398	1	0,75	0,286	1

Примечание. Se – чувствительность; Sp – специфичность; PPV – вероятность летального исхода при «положительном тесте» (попадании в группу высокого риска по порогу); NPV – вероятность выживания при «отрицательном тесте» (попадании в группу низкого риска по порогу).

Note. Se – sensitivity; Sp – specificity; PPV – positive predictive value (falling into the high-risk group by threshold); NPV – negative predictive value (falling into the low-risk group by threshold).

Таблица 5

**Характеристика донора сердца выживших и умерших
в раннем посттрансплантационном периоде реципиентов**
**Characteristics of heart donors for surviving and non-surviving recipients
in the early post-transplant period**

Параметры	Реципиенты сердца младше 18 лет		p
	Выжившие, n = 79 (ср. ± ст. откл.)	Умершие, n = 12 (ср. ± ст. откл.)	
Возраст донора, лет	35,6 ± 11,5	43,6 ± 12,9	0,030
Отношение «вес донора / вес реципиента»	1,40 ± 0,57	1,94 ± 1,45	0,020
Отношение «рост донора / рост реципиента»	1,05 ± 0,09	1,21 ± 0,14	<0,0001
Отношение «ППТ донора / ППТ реципиента»	1,24 ± 0,27	1,75 ± 0,46	<0,0001

Примечание. ППТ – площадь поверхности тела.

Note. ППТ – body surface area.

Таблица 6

**Характеристика интраоперационного периода выживших и умерших
в раннем посттрансплантационном периоде реципиентов**
**Intraoperative characteristics of surviving and non-surviving recipients
in the early post-transplant period**

Параметры	Реципиенты сердца младше 18 лет		p
	Выжившие, n = 79 (Me [Q1; Q3])	Умершие, n = 12 (Me [Q1; Q3])	
Анестезиологическое пособие, мин	390,0 [302,50; 451,00]	565,0 [540,00; 765,00]	<0,0001
Оперативное вмешательство, мин	290,0 [207,50; 348,75]	475,0 [400,00; 690,00]	<0,0001
Ишемия трансплантата сердца, мин	170,5 [135,00; 210,00]	187,50 [162,50; 275,25]	0,007
ИК, мин	95,0 [78,75; 120,00]	162,0 [99,0; 189,0]	<0,0001

Примечание. ИК – искусственное кровообращение.

Note. ИК – cardiopulmonary bypass.

реципиентов сердца, выживших и умерших в раннем посттрансплантационном периоде.

В когорте умерших реципиентов длительность ишемии сердечного трансплантата, анестезиологического пособия, оперативного вмешательства, искусственного кровообращения была больше.

ОБСУЖДЕНИЕ

ТС остается радикальным методом лечения пациентов педиатрического профиля, страдающих различными необратимыми заболеваниями сердца, сопровождаемыми развитием терминальной сердечной недостаточности. В настоящее время трансплантация от взрослого донора является единственным реальным вариантом выполнения ТС реципиентам младше 18 лет.

Начиная с 01.01.2012 в ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России активно развивается программа ТС детям от посмертного взрослого донора. Количество ТС детям возросло с 3 ТС в 2012 году до 20 трансплантаций в год в 2024 году.

В условиях высокой потребности выполнения urgentных ТС подбор подходящего донорского

органа в рамках стандартных критериев является крайне затруднительным. Мировым медицинским сообществом не выработаны общепринятые критерии совместимости по антропометрическим показателям между взрослым донором и реципиентом педиатрического профиля. Масса тела долгое время использовалась как традиционный показатель для подбора пары «донор–реципиент» [2]. По данным зарубежных исследований, поскольку распространенность ожирения среди детей увеличивается [3, 4], предыдущие предположения о линейной корреляции между размером сердца и весом реципиента могут не соответствовать действительности. Исследование S. Amdani рекомендует отказаться от подбора донора по массе тела реципиента [5].

Соотношение «рост донора / рост реципиента» также оказывает влияние на исход ТС. В исследовании S. Amdani как меньший, так и больший рост донора по сравнению с ростом реципиента был связан с высокой вероятностью дисфункции трансплантата. Воздействие на трансплантат было более пагубным при меньшем размере донора, чем при избыточном,

и представляется разумным избегать разницы роста пары «донор–реципиент» более чем на 30% [5].

Соответствие по индексу массы тела и площади поверхности тела (ППТ), а не по весу, связано с лучшими результатами трансплантации [6]. Согласно данным настоящего исследования, отношение «ППТ донора / ППТ реципиента» является статистически значимым показателем риска ранней летальности после ТС у реципиентов младше 18 лет.

В настоящее время в детской трансплантологии для более точного определения размеров полостей сердца и толщины миокарда используется перекрестная визуализация методом компьютерной томографии (КТ) или магнитно-ядерного резонанса (МРТ) донора и реципиента. В клинических условиях это может быть сложной организационной задачей и потребовать значительного времени на этапе оценки пары «донор–реципиент» [5].

Существует также схема подбора пары «донор–реципиент» на основании рентгенографии грудной клетки и антропометрических показателей (вес, рост, возраст, пол) донора и КТ реципиента [7]. Несоответствие размеров донора–реципиента при перекрестной КТ независимо влияет на результативность выполнения ТС у детей [5].

Факторами неблагоприятного исхода как у взрослых, так и у детей также являются: неотложность выполнения ТС, возраст донора старше 45 лет, характер течения интраоперационного периода (продолжительность операции, время ишемии трансплантата, объем интраоперационной кровопотери) [8–11], что подтверждается данными, полученными в настоящей работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Госпитальная выживаемость реципиентов сердца моложе 18 лет составила 86,8%. На результативность ТС у детей влияет класс неотложности выполнения ТС (UNOS) и вторичные по отношению к нему факторы, такие как степень тяжести полиорганной дисфункции реципиента, возраст донора, наличие значимого несоответствия по антропометрическим параметрам, продолжительность операции и объем интраоперационной кровопотери.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Colvin M, Smith JM, Skeans MA et al. OPTN/SRTR 2014 annual data report: heart. *Am J Transplant.* 2016; 16: 115–140.
2. Patel A, Bock MJ, Wollstein A, Nguyen K, Malerba S, Lytrivi ID. Donor-recipient height ratio and outcomes in

- pediatric heart transplantation. *Pediatr Transplant.* 2016 Aug; 20 (5): 652–657. doi: 10.1111/petr.12734. Epub 2016 Jun 17. PMID: 27313116.
3. Cunningham SA, Hardy ST, Jones R, Ng C, Kramer MR, Narayan KMV. Changes in the Incidence of Childhood Obesity. *Pediatrics.* 2022 Aug 1; 150 (2): e2021053708. doi: 10.1542/peds.2021-053708. PMID: 35789417; PMCID: PMC9879733.
4. Tsoi MF, Li HL, Feng Q, Cheung CL, Cheung TT, Cheung BMY. Prevalence of Childhood Obesity in the United States in 1999–2018: A 20-Year Analysis. *Obes Facts.* 2022; 15 (4): 560–569. doi: 10.1159/000524261. Epub 2022 Mar 31. PMID: 35358970; PMCID: PMC9421675.
5. Amdani S, Aljohani OA, Kirklin JK, Cantor R, Koehl D, Schumacher K et al. Assessing Donor-Recipient Size Mismatch in Pediatric Heart Transplantation: Lessons Learned From Over 7,500 Transplants. *JACC Heart Fail.* 2024 Feb; 12 (2): 380–391. doi: 10.1016/j.jchf.2023.07.005. Epub 2023 Sep 6. PMID: 37676215.
6. Conway J, Ballweg JA, Fenton M, Kindel S, Chrisant M, Weintraub RG et al. Review of the impact of donor characteristics on pediatric heart transplant outcomes. *Pediatr Transplant.* 2020 May; 24 (3): e13680. doi: 10.1111/petr.13680. Epub 2020 Mar 21. Erratum in: *Pediatr Transplant.* 2021 Nov; 25 (7): e14081. doi: 10.1111/petr.14081. PMID: 32198824.
7. Szugye NA, Zafar F, Ollberding NJ, Villa C, Lorts A, Taylor MD et al. A novel method of donor–recipient size matching in pediatric heart transplantation: A total cardiac volume–predictive model. *J Heart Lung Transplant.* 2021 Feb; 40 (2): 158–165. doi: 10.1016/j.healun.2020.11.002. Epub 2020 Dec 4. PMID: 33317957; PMCID: PMC7855742.
8. Foroutan F, Alba AC, Guyatt G, Duero Posada J, Ng Fat Hing N, Arseneau E et al. Predictors of 1-year mortality in heart transplant recipients: a systematic review and meta-analysis. *Heart.* 2018 Jan; 104 (2): 151–160. doi: 10.1136/heartjnl-2017-311435. Epub 2017 Aug 30. PMID: 28855271.
9. Westbrook TC, Morales DLS, Khan MS, Bryant R, Castleberry C, Chin C, Zafar F. Interaction of older donor age and survival after weight-matched pediatric heart transplantation. *J Heart Lung Transplant.* 2017 May; 36 (5): 554–558. doi: 10.1016/j.healun.2016.11.009. Epub 2016 Dec 1. PMID: 28073609.
10. Hickner B, Anand A, Godfrey EL, Dunson J, Reul RM, Cotton R et al. Trends in Survival for Pediatric Transplantation. *Pediatrics.* 2022 Feb 1; 149 (2): e2020049632. doi: 10.1542/peds.2020-049632. PMID: 35079811.
11. Mah D, Singh TP, Thiagarajan RR, Gauvreau K, Piercey GE, Blume ED et al. Incidence and risk factors for mortality in infants awaiting heart transplantation in the USA. *J Heart Lung Transplant.* 2009 Dec; 28 (12): 1292–1298. doi: 10.1016/j.healun.2009.06.013. Epub 2009 Sep 26. PMID: 19782580; PMCID: PMC4269350.

*Статья поступила в редакцию 6.12.2025 г.
The article was submitted to the journal on 6.12.2025*