

УДК 616.12-089.843:614.253.1:347.151

Чайковська С. М., кандидат медичних наук, лікар-кардіохірург відділення патології міокарду та трансплантації органів і тканин ДНП «Інститут серця МОЗ України» Київ, Україна. Аспірант кафедри кардіохірургії, рентгеноваскулярних та екстракорпоральних технологій НУОЗ ім. П. Л. Шупика. ORCID: 0000-0001-9847-7760.

Тодуров Б. М., доктор медичних наук, професор, член-кореспондент НАМН України, завідувач кафедри кардіохірургії, рентгеноваскулярних та екстракорпоральних технологій НУОЗ ім. П. Л. Шупика, директор ДНП «Інститут серця МОЗ України. Київ, Україна. ORCID: 0009-0000-2047-4447

Ковтун Г. І., доктор медичних наук, завідувач відділення патології міокарду ДНП «Інститут серця МОЗ України», асистент кафедри кардіохірургії, рентгеноваскулярних та екстракорпоральних технологій НУОЗ ім. П. Л. Шупика. Київ, Україна. ORCID: 0000-0001-9689-2055.

Таранов М. А., лікар-кардіохірург відділення патології міокарду та трансплантації органів і тканин ДНП «Інститут серця МОЗ України», Київ, Україна.

Кузьміч І. М., кандидат медичних наук, завідувач відділення інтенсивної терапії та реанімації ДНП «Інститут серця МОЗ України», Київ, Україна.

Романенко С. О., лікар-анестезіолог відділення реанімації та інтенсивної терапії ДНП «Інститут серця МОЗ України», Київ, Україна. ORCID: 0009-0008-2301-7661.

Шевченко В. О., кандидат медичних наук, завідувач відділення ішемічної хвороби серця ДНП «Інститут серця МОЗ України», Київ, Україна.

Тодуров М. Б., кандидат медичних наук, асистент кафедри кардіохірургії, рентгеноваскулярних та екстракорпоральних технологій Національного університету здоров'я України ім. П. Л. Шупика. ORCID: 0009-0008-6299-8319

Маруняк С. Р., кандидат медичних наук, завідувач відділу трансплантації нирки та гемодіалізу ДНП «Інститут серця МОЗ України», асистент кафедри кардіохірургії, рентгеноваскулярних та екстракорпоральних технологій Національного університету здоров'я України ім. П. Л. Шупика. ORCID: 0000-0001-7538-2443.

Судакевич С. М., кандидат медичних наук, завідувач відділення штучного кровообігу та екстракорпоральних методів лікування ДНП «Інститут серця МОЗ України», доцент кафедри кардіохірургії, рентгеноваскулярних та екстракорпоральних технологій НУОЗ ім. П. Л. Шупика. ORCID:0000-0002-9253-9593

Державна установа «Інститут серця МОЗ України», Київ, Україна
Національний університет охорони здоров'я ім. П. Л. Шупика

Використання маргінального донорського серця як ефективний шлях до розширення пулу донорських органів при виконанні трансплантації серця

Резюме

Вступ. Критичний дефіцит донорських органів є основною проблемою у світі щодо забезпечення потреби у лікуванні пацієнтів з термінальною стадією захворювання серця. Одним з шляхів розширення пулу донорських органів може виступати розширення критеріїв для відбору донорських сердець з використанням так званих «маргінальних донорів».

Метою нашого дослідження було проаналізувати ранні та віддалені результати використання сердець від маргінальних донорів при проведенні ортотопічної трансплантації серця у пацієнтів з термінальною стадією хронічної серцевої недостатності.

Матеріали та методи. У період з грудня 2019 по жовтень 2024 року командою з трансплантації серця ДУ «Інститут серця МОЗ України» було проведено 106 трансплантацій серця. У 39 (36,7%) випадках при ортотопічній трансплантації серця нами використовувалися серця від так званих «маргінальних» донорів, у 67 випадках виконано ортотопічну трансплантацію серця від класичних донорів.

Результати. Критеріями маргінальності донора виступали потреба у регіонарній нормотермічній перфузії, співвідношення між масою донора та реципієнта $<0,8$, наявність супутньої кардіохірургічної патології донорського органа (потреба у ревазуляризації, корекції клапанної вади), подовжений час ішемії донорського органа більше 240 хвилин, АВО-несумісність, наявність вродженої вади серця. Проведення ортотопічної трансплантації серця від маргінальних донорів забезпечило результати, співставні як у ранньому, так і у віддаленому періодах із результатами трансплантації стандартних донорських сердець.

Висновки Використання сердець маргінальних донорів не впливає суттєво на довгострокові результати трансплантації серця, що дозволяє істотно розширити пул донорських органів, особливо для пацієнтів з високим статусом на листі очікування.

Ключові слова: трансплантація серця, маргінальні органи, донорський орган, штучний кровообіг.

Вступ

Трансплантація серця є критично важливою процедурою для пацієнтів із термінальною серцевою недостатністю, яка є останньою стадією серцево-судинних захворювань, коли інші методи лікування, зокрема медикаментозні та хірургічні, неефективні [1]. Ця операція є єдиним способом значного покращення тривалості

життя та якості життя пацієнтів, які страждають від важких серцевих патологій, таких як дилатаційна кардіоміопатія, ішемічна хвороба серця та інші форми серцевої недостатності [2]. Однак трансплантація серця має обмежену доступність через дефіцит донорських органів, що є глобальною проблемою, зокрема в країнах Європи та США [3, 4].

Перші піонери трансплантації серця визначили набір критеріїв для ідеальних донорів, які включали вік менше 35 років, час ішемії менше 4 годин і відсутність ішемічної хвороби серця [5]. Однак такі «ідеальні критерії» суттєво обмежували пул донорських органів.

На сьогодні на листі очікування ДУ «ІС МОЗ України» знаходиться понад 200 пацієнтів, що потребують трансплантації серця, однак кількість донорських органів не може задовільнити потребу. Одним із можливих рішень цього питання є розширення критеріїв відбору донорів шляхом включення так званих «маргінальних донорів» [6, 7]. Це можуть бути донори старшого віку, з контрольованими хронічними захворюваннями, серцево-судинними патологіями, які потребують високих доз інотропних препаратів, або навіть донори, у яких відбулася циркуляторна зупинка [8].

Метою нашого дослідження було проаналізувати ранні та віддалені результати використання сердець від маргінальних донорів при проведенні ортотопічної трансплантації серця у пацієнтів з термінальною стадією хронічної серцевої недостатності.

Матеріали та методи

Дослідження проводилося відповідно до Гельсінської декларації та схвалено Комітетом з етики Інституту серця МОЗ України. Згода пацієнта була скасована через ретроспективний дизайн дослідження та використання анонімних даних, як визначено Комітетом з етики.

Характеристика популяції

У роботі ретроспективно проаналізовано усі випадки трансплантації серця, які були проведені командою з трансплантації серця ДУ «ІС МОЗ України» впродовж 2019–2024 рр. як серед дорослих, так і серед дітей. Критеріями маргінальності донора виступали потреба у регіонарній нормотермічній перфузії [9, 10], співвідношення між масою донора та реципієнта $<0,8$, наявність супутньої кардіохірургічної патології донорського органа (потреба у реваскуляризації, корекція клапанної вади), подовжений час ішемії донорського органа більше 240 хвилин, АВО-несумісність, наявність вродженої вади серця.

Ортотопічна трансплантація серця

Ортотопічна трансплантація серця проводилась через середин-

ну стернотомію з селективною канюляцією верхньої та нижньої порожнистої вени. Реципієнти, яким проводили передопераційно екстракорпоральну мембранну оксигенацію (ЕКМО) з приводу серцевої підтримки, були переведені на апарат штучного кровообігу за допомогою існуючих канюль. Водночас, за наявності лівошлуночкового обходу або кардіохірургічної операції в анамнезі проводилася канюляція стегнової артерії та вени. Для пацієнтів, які не отримували ЕКМО, лівошлуночковий обхід чи повторну операцію, артеріальна канюляція була рутинно виконана в дистальному відділі аорти. Щоб мінімізувати час штучного кровообігу, серце реципієнта було експлантовано безпосередньо перед надходженням серця донора. Серця донорів захищали інфузією 4 °С розчину НТК (Custodiol®; Köhler Chemie GmbH, Bensheim, Німеччина) протягом 8 хвилин перед збором. Зібране серце промивали розчином НТК і транспортували за допомогою пакета з льодом у холодному контейнері або у спеціальній холодильній камері з постійною підтримкою температури 8 °С. Стандартна техніка двоклапального анастомозу була виконана в плановому порядку.

Відбір даних

Проводився відбір доопераційних, інтраопераційних та післяопераційних даних. На доопераційному етапі проводився збір антропометричних та демографічних показників донорів та реципієнтів, групи крові донорів та реципієнтів, причин смерті мозку у донорів та серцевої недостатності у реципієнтів, даних за коморбідність, вихідних результатів ЕХО-КГ (фракція викиду лівого шлуночка, кінцеводіастолічний об'єм лівого шлуночка, тиск у легеневій артерії), рівень N-кінцевого пропептиду натрійуретичного гормону (NT pro-BNP), статусність реципієнтів, тривалість перебування на листі очікування, крос-матч реакції, маргінальність донора.

На інтраопераційному етапі аналізувались тривалість ішемії донорського органа, тривалість штучного кровообігу та перетискання аорти, наявність супутніх кардіохірургічних втручань, крім ортотопічної трансплантації серця.

В післяопераційному періоді проводилася реєстрація ускладнень, таких як первинна дисфункція графту, пневмонії, кишкові розлади, інсульти, інфекційні ускладнення, тривалість перебування у відділенні інтенсивної терапії (ВІТ), госпітальна летальність та віддалене виживання.

Статистичний аналіз

В основному результати повідомляли як середнє (M) ± стандартне відхилення (SD). У разі ненормального розподілу результатів дані подавалися як медіана (Me) і 1-й (Q25), і 3-й (Q75) квартилі – Me (Q25; Q75). При нормальному розподілі даних для визна-

чення достовірності статистичних показників використовується t-критерій Стьюдента, а в той же час, за відсутності нормального розподілу – непараметричний U-критерій Манна–Уїтні. Для аналізу категоріальних змінних, таких як частота післяопераційних ускладнень в обох групах, використовували критерій χ^2 (хі-квадрат) Пірсона або точний критерій Фішера (у відповідних випадках). Однофакторний дисперсійний аналіз проводився для оцінки зміни віку донорів залежно від року трансплантації серця. Крива виживання Каплана–Майєра використовувалася для аналізу виживання. Відмінності при $p < 0,05$ (95,5%) вважалися достовірними. Для аналізу отриманих даних використовували програму статистичної обробки даних JASP.

Результати

Загальна інформація

У період з грудня 2019 по жовтень 2024 року командою з трансплантації серця ДУ «Інститут серця МОЗ України» було проведено 106 трансплантацій серця (рис. 1). У 39 (36,7%) випадках при ортотопічній трансплантації серця нами використовувалися серця від так званих «маргінальних» донорів, які склали групу А. В той же час, 67 випадків ортотопічної трансплантації серця, де застосовувалися серця від класичних донорів склали групу Б.

Загалом у групу А віднесено донорів, яким для прекондиціонування проводилася нормотермічна регіонарна перфузія (11 (28,2%) випадків), співвідношення між масою донора та реципієнта $< 0,8$ (8 (20,5%) випадків), з подовженим часом ішемії донорського органа (у 6 (15,4%) випадках), з необхідністю проведення АКШ чи корекції клапанної патології (по 4 (10,3%) випадки), з необхідністю стентування (3 (7,69%) випадків), через АВО-несумісність (у 2 (5,13%) випадках) та через операцію з приводу вродженої вади серця (в 1 (2,56%) випадку) (рис. 1).

Характеристика донорів

Медіана віку донорів складала 47 (39,75; 52) років, причому наймолодшому донору виявлялось 4 роки, тоді як найстаршому – 72 роки. Донори в обох групах достовірно між собою не відрізнялися щодо антропометричних та демографічних показників ($p > 0,05$) (табл. 1).

Найчастішою причиною смерті мозку в обох групах виявлялися ішемічний інсульт та геморагічний інсульт, значно рідше причиною виступала черепно-мозкова травма (табл. 1).

Характеристика реципієнтів

Загалом, 90 (84,9%) реципієнтів виявлялися особами чоловічої статі. Медіана віку складала 48,5 (34; 55,75) років, при цьому



Рис. 1. Схема відбору пацієнтів у дослідження

Примітки. ОТС – ортотопічна трансплантація серця; НГД – нормотермічна перфузія донора; НМЗП – невідповідність масово-зростового показника; ВВС – вроджена вада серця.

Таблиця 1. Характеристика донорів.

Показники	Група А (n=39)	Група Б (n=67)	p
Антропометричні та демографічні показники			
Вік, роки	50 (37; 55,5)	46 (42; 50)	0,214
Чоловіча стать, n (%)	26 (66,7%)	39 (58,2%)	0,531
Зріст, см	178 (170; 180)	176 (170; 180)	0,740
Маса тіла, кг	85 (70; 87)	78 (70; 90)	0,155
Групи крові, n (%)			
О (I)	16 (41,0%)	23 (34,3%)	0,583
А (II)	15 (38,5%)	26 (38,8%)	
В (III)	6 (15,4%)	13 (19,4%)	
АВ (IV)	2 (5,10%)	5 (7,50%)	
Причини смерті мозку, n (%)			
Ішемічний інсульт	19 (48,7%)	34 (50,7%)	0,188
Геморагічний інсульт	19 (48,7%)	25 (37,3%)	
Травми	1 (2,60%)	8 (12,0%)	

наймолодший реципієнт був віком 6 років, тоді як найстарший – 65 років. Реципієнти обох груп достовірно між собою не відрізнялися як щодо антропометричних та демографічних показників, так і супутніх захворювань та причин термінальної стадії хронічної серцевої недостатності ($p>0,05$) (табл. 2).

В той же час, у пацієнтів групи А на 20,9% ($p=0,029$) достовірно частіше фіксувалася потреба в застосуванні інотропної підтримки як моста до трансплантації (табл. 2). Більше того, у пацієнтів групи А виявлялися достовірно вищі рівні NT pro-BNP (1500 (335; 6000) пг/мл проти 400 (221; 1750) пг/мл, $p=0,019$). Як наслідок, статус реципієнтів на листку очікування у групі А був істотно вищим в порівнянні з групою Б ($p=0,001$) (табл. 2).

Таблиця 2. Характеристика реципієнтів.

Показники	Група А (n=39)	Група Б (n=67)	p
Антропометричні та демографічні показники			
Вік, роки	44 (32,5; 57)	49 (35,5; 54,5)	0,704
Чоловіча стать, n (%)	32 (82,1%)	58 (86,7%)	0,531
Зріст, см	175 (170; 176,5)	178 (173; 180)	0,101
Маса тіла, кг	79 (60; 90)	80 (69,5; 88,5)	0,275
Супутні захворювання, n (%)			
Цукровий діабет	4 (10,3%)	8 (11,9%)	0,791
Фібриляція передсердь	23 (58,9%)	38 (56,7%)	0,820
Електрокардіостимулятор	4 (10,3%)	9 (13,4%)	0,631
Операція на серці в анамнезі	9 (23,1%)	10 (14,9%)	0,291
Групи крові, n (%)			
О (I)	14 (35,9%)	23 (34,3%)	0,608
А (II)	17 (43,6%)	26 (38,8%)	
В (III)	6 (15,4%)	13 (19,4%)	
AB (IV)	2 (5,10%)	5 (7,50%)	
Міст до трансплантації серця, n (%)			
Інотропна підтримка	32 (82,1%)	41 (61,2%)	0,025
Лівощлуночковий обхід	2 (5,10%)	0 (0,00%)	0,912
Екстракорпоральна мембранна оксигенація	3 (7,70%)	3 (4,48%)	0,489

Продовження таблиці 2.

Причини хронічної серцевої недостатності, n (%) ст			
Дилатаційна кардіоміопатія	27 (69,2%)	45 (67,1%)	0,571
Гіпертрофічна кардіоміопатія	0 (0,00%)	1 (1,50%)	
Ішемічна кардіоміопатія	11 (28,2%)	20 (29,8%)	
Пухлини серця	0 (0,00%)	1 (1,50%)	
Післяпологова кардіоміопатія	1 (2,60%)	0 (0,00%)	
Ехокардіографія			
Фракція викиду лівого шлуночка, %	18 (14,5;22)	19 (16;23)	0,295
Кінцево-діастолічний об'єм лівого шлуночка, %	289 (202,5;355)	232 (190;320)	0,593
Тиск в легеневій артерії, мм рт. ст.	45 (35;57,5)	45 (35;55)	0,814
NT pro-BNP, пг/мл	1500 (335;6000)	400 (221;1750)	0,019
Статус реципієнтів, n (%)			
I	6 (15,4%)	2 (3,00%)	0,001
II	0 (0,00%)	9 (13,4%)	
III	24 (61,5%)	21 (31,3%)	
IV	1 (2,60%)	6 (9,00%)	
V	0 (0,00%)	7 (10,4%)	
VI	8 (20,5%)	22 (32,9%)	

Тривалість перебування на листку очікування серед реципієнтів дослідних груп достовірно між собою не відрізнялася (9 (6; 12) місяців проти 7 (4,5; 10) місяців, $p=0,080$) (рис. 2).

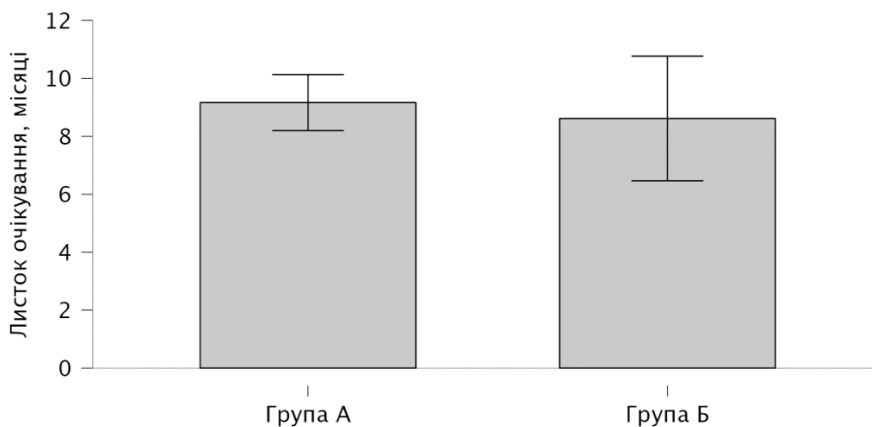


Рис. 2. Тривалість перебування на листку очікування

Встановлення пари донор-реципієнт

Надалі у дослідженні нами проведений аналіз пар донор–реципієнт щодо антропологічної та імунологічної сумісності. Загалом, медіана співвідношення маси тіла донор–реципієнт достовірно не відрізнялася між групами дослідження (1,05 (0,86; 1,21) проти 1,00 (0,88; 1,13), $p=0,723$) (рис. 3).

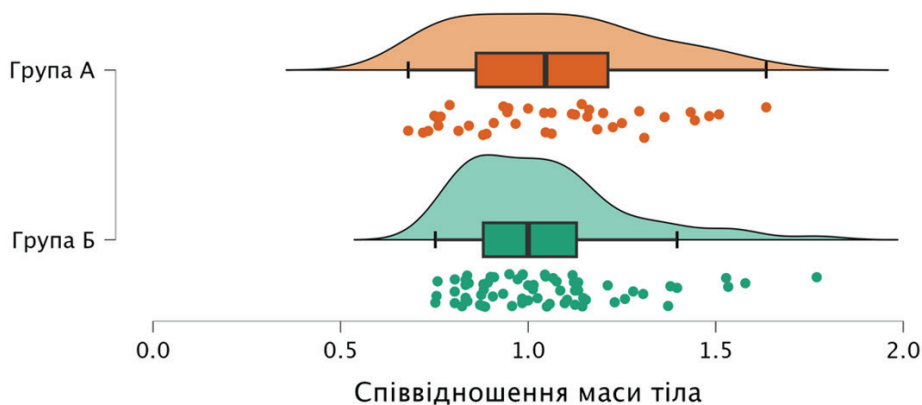


Рис. 3. Розподіл трансплантацій серця залежно від масового співвідношення між донором та реципієнтом

У 8 (20,5%) випадках у групі А зважаючи на значний дефіцит донорських органів та високий статус пацієнтів трансплантація серця проводилася при співвідношенні маси тіла донор:реципієнт менше 0,8, причому найменшим даний показник виявлявся на рівні 0,5.

Результати аналізу пар донор–реципієнт залежно від статевої приналежності у групах дослідження представлено на рисунку 4.

Що стосується аналізу пари донор–реципієнт залежно від групи крові, то лише у двох пацієнтів групи А проводилась різногрупна трансплантація, причому в обох випадках реципієнтам з II (A) групою крові було трансплантовано серце від донора з O (I) групою крові. Достовірної різниці між групами дослідження щодо пар донор–реципієнт залежно від групи крові не спостерігалось ($p=0,582$) (рис. 5).

Також у групах дослідження не спостерігалось достовірних відмінностей стосовно розподілу трансплантацій серця залежно від результатів крос-матч тесту ($p=0,638$) (рис. 6).

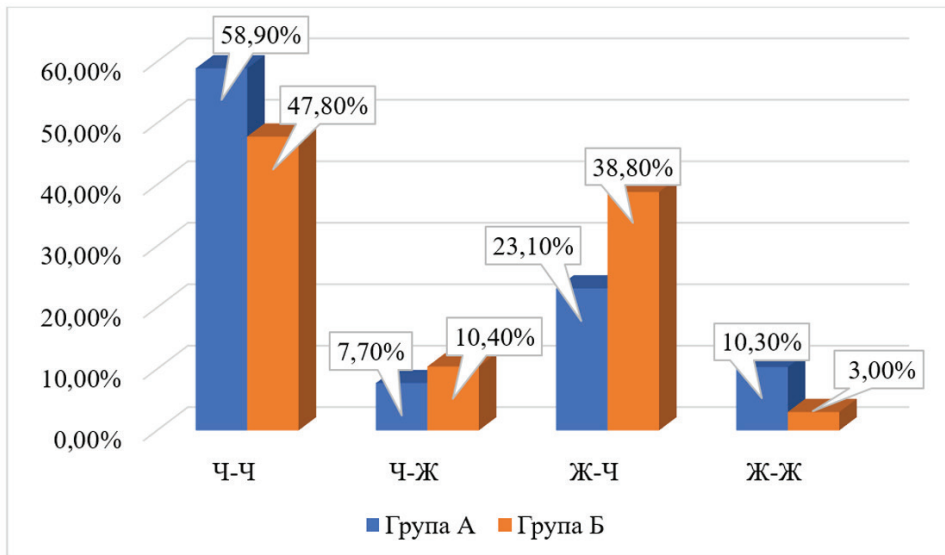


Рис. 4. Пари донор–реципієнт залежно від статі

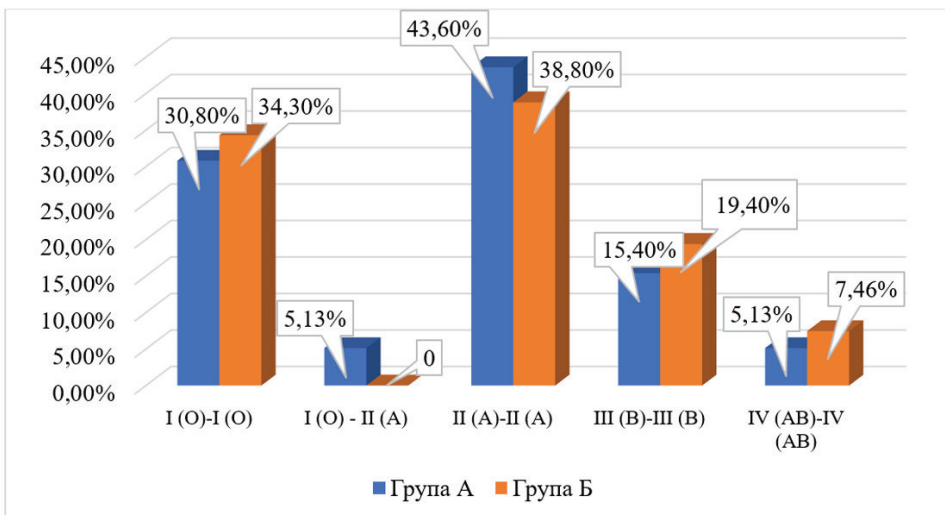


Рис. 5. Пари донор–реципієнт залежно від групи крові за системою АВО

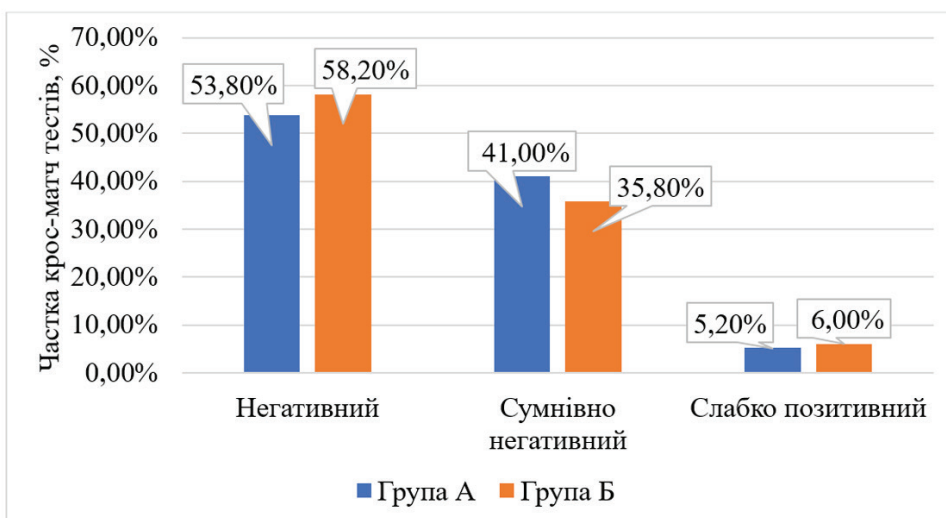


Рис. 6. Розподіл трансплантацій серця у групах дослідження залежно від результатів крос-матч тесту

Госпітальний період

Дослідні групи достовірно не відрізнялися між собою стосовно тривалості ішемії донорського серця ($p=0,554$), тривалості штучного кровообігу ($p=0,156$) та перетискання аорти ($p=0,088$) (табл. 3).

Первинна дисфункція графту виявлялася найчастішим ускладненням в обох групах дослідження однак без достовірної різниці між ними (5 (12,8%) проти 6 (8,96)%, $p=0,529$). Крім того, статистичної різниці у пацієнтів з маргінальним чи стандартним донорським серцем щодо частоти післяопераційних ускладнень не спостерігалось (табл. 5).

Основними причинами госпітальної летальності у групі А виступили первинна дисфункція графту у 4 випадках та в 1 випадку розвиток поліорганної недостатності, у групі Б – первинна дисфункція графту у 4 випадках, поліорганна недостатність у 3 випадках та сепсис в ранньому післяопераційному періоді в 1 випадку.

Варто зазначити, що серед реципієнтів групи А летальність обумовлена первинною дисфункцією графту виявлялася у 2 випадках після трансплантації серця від донорів, що потребували НРП, в одному випадку – від донора з подовженим ішемічним часом та ще в 1 випадку – з співвідношення між масою донора та реципієнта $<0,8$.

Аналіз виживання

Медіана тривалості спостереження у пацієнтів у групі А складала 241 (115; 501,5) діб та у групі Б – 506 (246,5; 814,5) діб. Надалі, проведення log-rank тесту не виявило достовірної різниці між групами

щодо однорічного ($90,0 \pm 5,50$ (95% ДІ 79,9–100%) проти $88,0 \pm 4,30\%$ (95% ДІ 80,1–96,8%), $p=0,709$) та двохрічного ($84,0 \pm 7,70$ (95% ДІ 70,1–100%) проти $88,0 \pm 4,30\%$ (95% ДІ 80,1–96,8%), $p=0,709$) виживання (рис. 7).

Таблиця 3. Аналіз показників госпітального періоду.

Показники	Група А (n=39)	Група Б (n=67)	p
Інтраопераційні показники			
Тривалість ішемії, хв	80 (70–103,75)	80 (70–94,25)	0,554
Тривалість ШК, хв	128 (100–163,25)	135 (119,25–161,5)	0,156
Перетискання аорти, хв	57 (40–70)	61 (50–75)	0,088
Післяопераційні показники та ускладнення			
Дренажі, доби	3 (2–4)	3 (2–3)	0,605
Потреба в інотропних препаратах, доби	2 (1–3)	3 (2–3)	0,839
Первинна дисфункція графту, n (%)	5 (12,8)	6 (8,96)	0,529
Пневмонія, n (%)	0 (0,00)	5 (7,50)	0,155
Кишкові розлади, n (%)	0 (0,00)	3 (4,50)	0,295
Інсульти, n (%)	1 (2,60)	4 (5,97)	0,647
Інфекційні ускладнення, n (%)	3 (7,69)	1 (1,49)	0,060
Тривалість перебування у ВІТ, доби	4 (3,25–6,75)	5 (4–7)	0,264
Госпітальна летальність, n (%)	5 (12,8%)	8 (11,9%)	0,894

Примітки. ШК – штучний кровообіг; ВІТ – відділення інтенсивної терапії.

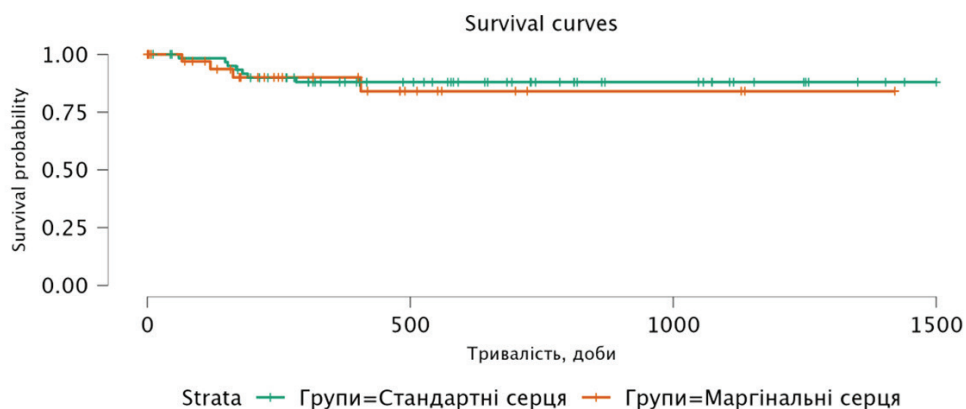


Рис. 7. Виживання пацієнтів після трансплантації серця за Каплан–Маєр залежно від донорського серця

Обговорення

Результати нашого дослідження показали, що, незважаючи на важкий вихідний стан реципієнтів, який проявлявся частішою потребою в інотропній підтримці та підвищеними рівнями NT-proBNP, а також вищим статусом у листі очікування, ортотопічна трансплантація серця від маргінальних донорів у цій когорті пацієнтів забезпечила результати, співставні як у ранньому, так і у віддаленому періодах із результатами трансплантації стандартних донорських сердець.

Хоча використання сердець від маргінальних донорів при ортотопічній трансплантації серця дедалі частіше висвітлюється в науковій літературі, їх застосування залишається предметом дискусій [11, 12].

Найбільшою проблемою залишається розробка та уніфікація чітких критеріїв для визначення маргінальності донорських сердець. У відсутності єдиних міжнародно визнаних стандартів, кожен центр трансплантації змушений встановлювати власні критерії, спираючись на накопичений клінічний досвід, доступність технологій та особливості популяції донорів у регіоні [11, 12, 13]. Це призводить до значної варіабельності в підходах до відбору донорських органів, що може впливати на результати трансплантації. Така невизначеність створює складнощі не лише в клінічній практиці, але й у порівнянні результатів між різними центрами, що ускладнює розробку універсальних рекомендацій. Для вирішення цієї проблеми необхідні масштабні багаточентрові дослідження, які б дозволили розробити стандартизовані критерії оцінки маргінальних донорів, враховуючи ризики для реципієнтів та довгострокові результати трансплантації.

Спираючись на накопичений досвід і дані, наша мультидисциплінарна команда з трансплантації серця сформулювала узгоджені принципи відбору донорів. Основними критеріями є: необхідність застосування нормотермічної регіонарної перфузії, росто-масова невідповідність (співвідношення маси донора до реципієнта $<0,8$), наявність супутньої кардіохірургічної патології донорського органа, тривалість ішемії донорського серця понад 240 хвилин, АВО-несумісність та наявність вродженої вади.

Одним з критеріїв маргінальності донорів у нашому дослідженні виступала потреба у нормотермічній регіонарній перфузії. Зокрема, враховуючи доведену ефективність НРП у донорів із циркуляторною смертю нами впроваджено використання НРП для донорів зі смертю мозку, які потребують дуже високих доз норадреналіну (>1 мкг/кг/хв) для підтримки середнього артеріального тиску вище 50 мм рт. ст. [14, 15].

Також традиційно прийняте правило щодо співвідношення маси донора і реципієнта в трансплантації серця вимагає, щоб цей показник становив не менше 0,8 [16]. Однак у зв'язку з постійним дефіцитом донорських органів та зростаючою потребою в трансплантації, це правило дедалі частіше переглядається. Зокрема, у нашій роботі співвідношення між масою тіла донора та реципієнта складало від 0,5 до 0,8. Розширення критеріїв щодо вагової невідповідності донорських сердець з меншою масою активно обговорювалося в ряді попередніх досліджень, однак досі відсутній загальноприйнятий консенсус з цього питання [17, 18].

Так, Patel та співавт. провели аналіз на основі бази даних UNOS, включивши 2078 пацієнтів зі співвідношенням маси тіла донора та реципієнта менше 0,8 [19]. У результаті дослідження було встановлено, що трансплантація серця у випадках із низьким співвідношенням маси донора та реципієнта є безпечною для певних груп пацієнтів, зокрема при трансплантації між чоловіками, між жінками, а також від чоловіків до жінок.

Схожі результати були отримані також Jayarajan SN та його колегами, які показали, що трансплантація серця у пацієнтів зі співвідношенням маси тіла донора до реципієнта менше 0,8 не асоціюється з підвищенням летальності [20]. Це стосується як трансплантацій від чоловіків-донорів до чоловіків-реципієнтів, так і від жінок-донорів до жінок-реципієнтів, а також від чоловіків-донорів до жінок-реципієнтів.

Щодо тривалості ішемії донорського органа, то більшість трансплантаційних центрів визначають її як маргінальний фактор, коли час ішемії перевищує 240 хвилин [15, 22]. Дані результати підтверджуються великими багаточетровими дослідженнями, у яких подовжений час ішемії було виявлено як фактор, що передбачає підвищену летальність [23].

Ще одним фактором, який може впливати на виживання реципієнтів після трансплантації, є наявність ішемічної хвороби або клапанної патології донорського серця [24]. Як зазначають Marelli D та співавт., донорські серця з легким або помірним ураженням коронарних артерій та збереженою функцією можуть бути використані для трансплантації. Однак у таких випадках може виникнути потреба в реваскуляризації, що включає використання венозного графта реципієнта та/або проведення черезшкірної транслюмінальної ангіопластики коронарної артерії [25]. Усі донори у нашому дослідженні, які потребували корекції клапанної патології чи реваскуляризації, були віднесені до маргінальних донорів.

Раніше АВО-несумісність вважалася абсолютним протипоказанням до трансплантації серця у дорослих. Однак успіхи АВО-не-

сумісної трансплантації серця у педіатричних пацієнтів та АВО-несумісної трансплантації органів черевної порожнини у дорослих сприяли розвитку клінічних досліджень щодо навмисної АВО-несумісної трансплантації серця у дорослих [24]. Зокрема, дослідження Bergenfeldt та співавт. не виявило суттєвої різниці у частоті летальності або повторної трансплантації між пацієнтами, які отримали АВО-сумісне чи АВО-несумісне серце після 2005 року [25].

На сьогодні існує ряд досліджень, у яких були впроваджені свої критерії для маргінальних донорів. Так, у дослідженні Lee SY та співавт. (2023) критеріями маргінальності донора виступали: вік донора >55 років, фракція викиду лівого шлуночка <50%, час холодової ішемії >240 хвилин або значні структурні проблеми серця [15]. Автори досліджували результати 73 пацієнтів, які перенесли трансплантацію серця, з яких 43,8% отримали серце від маргінального донора. Цікаво, що не було різниці в первинній дисфункції трансплантата, 30-денній та 1-річній виживаності між пацієнтами, які отримали маргінальне серце, і тими, хто отримав стандартне серце. Дане дослідження цілком узгоджується з результатами нашої роботи.

Також про свій досвід трансплантації серця повідомлялося у дослідженні Vifulco та співавт. [7]. Критеріями маргінальності виступали: вік старше 60 років; зниження ФВ ЛШ (40–50%); гіпертрофія лівого шлуночка (товщина перегородки >14 мм за ехокардіографічною оцінкою); вогнищеве ураження коронарної артерії та значне захворювання клапанів серця. У період з 2012 по 2020 рік 238 пацієнтів перенесли трансплантацію серця, тоді як 64 (26,9%) з них отримали орган від маргінальних донорів. Дана когорта пацієнтів характеризувалася госпітальною летальністю на рівні 23% та 1-річною виживаністю – 70% (59,2–82,7).

Також Galeone та співавт. повідомили, що серед 412 пацієнтів із трансплантацією серця, реципієнти із маргінальними серцями мали вищу первинну дисфункцію трансплантата (38% проти 0,25%) і нижчу 1-річну виживаність (71,1% проти 79,5%), ніж у пацієнтів з стандартними серцями [26, 27]. У даній роботі критеріями маргінального донора виступали: вік >55 років; інотропна підтримка високими дозами; ФВ ЛШ <45%; гіпертрофія лівого шлуночка; прогнозоване співвідношення маси серця донора та реципієнта <0,86 і час ішемії >4 години.

Як показали дослідження, немає істотної різниці в довгостроковому виживанні між реципієнтами залежно від маргінального чи не маргінального донора, що узгоджується з результатами нашого дослідження.

Обмеження дослідження

Дане одноцентрове дослідження ретроспективне, що обмежує узагальнення наших результатів. Стандартизованих протоколів щодо вибору маргінальних донорів не встановлено, вибір проводився на основі нашого досвіду. Цифрові записи даних пацієнтів недоступні. Дані збиралися вручну з паперових записів; тому деякі дані можуть бути відсутніми.

Висновки

Незважаючи на тяжкий вихідний стан реципієнтів, який проявлявся частішою потребою в інотропній підтримці та підвищеними рівнями NT-proBNP, а також вищим статусом у листі очікування, ортотопічна трансплантація серця від маргінальних донорів у цій когорті пацієнтів забезпечила результати, співставні як у ранньому, так і у віддаленому періодах із результатами трансплантації стандартних донорських сердець. Використання сердець маргінальних донорів не впливає суттєво на довгострокові результати трансплантації серця, що дозволяє істотно розширити пул донорських органів, особливо для пацієнтів з високим статусом на листі очікування.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 18.01.2026

Отримання позитивної рецензії: 29.11.2026

Прийнято до друку / Accepted: 30.01.2026

The Use of Marginal Donor Hearts as an Effective Way to Expand the Donor Pool in Heart Transplantation

Chaikovska S.¹, Todurov B.^{1,2}, Kovtun G.^{1,2}, Taranov M.¹, Kuzmych I.¹, Romanenko S.¹, Shevchenko V.¹, Todurov M.², Maruniak S.^{1,2}, Sudakevych S.^{1,2}

1 - SI "Heart Institute of the Ministry of Health of Ukraine", Kyiv, Ukraine

2 - P. L. Shupyk National University of Health Care

Abstract

Introduction. The critical shortage of donor organs is the main problem in the world to provide for a need treatment of patients with terminal heart disease. One of the ways to expand the donor pool may be to expand the criteria for selecting donor hearts using the so-called "marginal donors".

The aim of our study was to analyze the early and long-term results of using hearts from marginal donors in orthotopic heart transplantation in patients with terminal stage chronic heart failure.

Materials and methods. From December 2019 to October 2024, the heart transplantation team of the State Institution "Heart Institute of the Ministry of Health of Ukraine" performed 106 heart transplantations. In 39 (36.7%) cases, we used hearts from "marginal" donors for orthotopic heart transplantation, in 67 cases, orthotopic heart transplantation from classical donors was performed.

Results. The criteria for donor marginality were the need for regional normothermic perfusion, the ratio between the mass of the donor and the recipient <0.8 , the presence of concomitant cardiosurgical pathology of the donor organ (the need for revascularization, correction of valvular defect), prolonged ischemia time of the donor organ more than 240 min., ABO incompatibility, the presence of congenital heart disease. Orthotopic heart transplantation from marginal donors provided results comparable in both the early and long-term to those of standard donor hearts.

Conclusions. The use of marginal donor hearts does not significantly affect the long-term outcomes of heart transplantation, which allows for a significant expansion of the donor pool, especially for patients with high status on the waiting list.

Keywords: heart transplantation, marginal organs, donor organ, artificial circulation.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

REFERENCES

1. Wu MY, Ali Khawaja RD, Vargas D. Heart Transplantation: Indications, Surgical Techniques, and Complications. *Radiol Clin North Am.* 2023 Sep; 61 (5): 847–859. doi: 10.1016/j.rcl.2023.04.011.
2. Crespo-Leiro MG, Costanzo MR, Gustafsson F, Khush KK, Macdonald PS, Potena L, Stehlik J, Zuckermann A, Mehra MR. Heart transplantation: Focus on donor recovery strategies, left ventricular assist devices, and novel therapies. *Eur Heart J.* 2022 Jun 14; 43 (23): 2237–2246. doi: 10.1093/eurheartj/ehac204.
3. Cameli M, Pastore MC, Campora A, Lisi M, Mandoli GE. Donor shortage in heart transplantation: How can we overcome this challenge? *Front Cardiovasc Med.* 2022 Oct 17; 9: 1001002. doi: 10.3389/fcvm.2022.1001002.
4. Cowger JA. Addressing the Growing U.S. Donor Heart Shortage: Waiting for Godot or a Transplant? *J Am Coll Cardiol.* 2017 Apr 4; 69 (13): 1715–1717. doi: 10.1016/j.jacc.2017.02.010.
5. Boehmer JP. Expanding the donor pool: How far is too far? *J Heart Lung Transplant.* 1993 Sep-Oct; 12 (5): 816–8.
6. Borys Todurov, Sofia Chaikovska, Gavrylo Kovtun, Mykola Melnyk, Igor Kuzmych, Teryn Roberts, Andriy Batchinsky, Serhii Sudakevych Heart Transplantation in Ukraine During Wartime: A Retrospective Cohort Study of Standard versus Marginal Donor Heart Transplantation Outcomes *J Heart Lung Transplant.* 2025 Jul 9: S 1053–2498 (25) 02109–6. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2025.07.001>
7. Тодуров Б.М., Чайковська С.М., Ковтун Г.І., Montgomery R., Dellgren G. Трансплантація серця в Україні: досвід одного центру. *Кардіохірургія та інтервенційна кардіологія.* 2024; 13 (6): 6-17. DOI:10.31928/2664-3790-2024.3.617
8. Schroder JN, Patel CB, DeVore AD, Casalino S, Koomalsingh KJ, Shah AS, Anyanwu AC, D'Alessandro DA, Mudy K, Sun B, Strueber M, Khaghani A, Shudo Y, Esmailian F, Liao K, Pagani FD, Silvestry S, Wang IW, Salerno CT, Absi TS, Madsen JC, Mancini D, Fiedler AG, Milano CA, Smith JW. Increasing Utilization of Extended Criteria Donor Hearts for Transplantation: The OCS Heart EXPAND Trial. *JACC Heart Fail.* 2024 Mar; 12 (3): 438–447. doi: 10.1016/j.jchf.2023.11.015.
9. S. Chaikovska, B Todurov, G. Kovtun, S. Sudakevych, M. Melnyk, I. Kuzmych, J. Swol, Ali S. Merza, and S. Maruniak Thoracoabdominal normothermic regional perfusion in donors with neurological determination of death extends organ donors pool *Perfusion Volume 40, Issue 1_suppl, April 2025, P 46S–53S.* <https://doi.org/10.1177/02676591251329895>
10. Тодуров Б. М., Ковтун Г. І., Чайковська С. М., Судакевич С. М., Канюра О. А. Клінічний випадок виконання ортотопічної трансплантації серця у пацієнта з додатковою лівою верхньою порожнистою веною. *Клінічна та профілактична медицина,* 2024 (4), 88–93. DOI:10.31612/2616-4868.4.2024.12
11. Bifulco O, Bottio T, Caraffa R, Carrozzini M, Guariento A, Bejko J, Fedrigo M, Castellani C, Toscano G, Lorenzoni G, Tarzia V, Gregori D, Cardillo M, Puoti F, Feltrin G, Angelini A, Gerosa G. Marginal versus Standard Donors in Heart Transplantation: Proper Selection Means Heart Transplant Benefit. *J Clin Med.* 2022 May 9; 11 (9): 2665. doi: 10.3390/jcm11092665.
12. Shakerian B, Dehghani S, Ashraf H, Karbalai S, Soleimani A, Rezaeefar A, Shajari Z, Hekmat H, Latifi M, Sadatnaseri A. The outcomes of marginal donor hearts compared with ideal donors: a single-center experience in Iran. *Korean J Transplant.* 2022 Jun 30; 36 (2): 136–142. doi: 10.4285/kjt.22.0004.
13. Wittwer T, Wahlers T. Marginal donor grafts in heart transplantation: lessons learned from 25 years of

-
- experience. *Transpl Int*. 2008 Feb; 21 (2): 113–25. doi: 10.1111/j.1432-2277.2007.00603.x.
14. Park JJ. To Take or Not to Take: The Dilemma With Marginal Donor Heart? *Korean Circ J*. 2023 Apr; 53 (4): 268–270. doi: 10.4070/kcj.2023.0045.
15. Lee SY, Kim SH, Ju MH, Lim MH, Lee CH, Je HG, Lim JH, Kim GY, Oh JS, Choi JH, Chon MK, Lee SH, Hwang KW, Kim JS, Park YH, Kim JH, Chun KJ. The Clinical Outcomes of Marginal Donor Hearts: A Single Center Experience. *Korean Circ J*. 2023 Apr; 53 (4): 254–267. doi: 10.4070/kcj.2022.0197
16. Siddiqi HK, Trahanas J, Xu M, Wells Q, Farber-Eger E, Pasrija C, Amancherla K, Debose-Scarlett A, Brinkley DM, Lindenfeld J, Menachem JN, Ooi H, Pedrotty D, Punnoose L, Rali AS, Sacks S, Wigger M, Zalawadiya S, McMaster W, Devries S, Shah A, Schlendorf K. Outcomes of Heart Transplant Donation After Circulatory Death. *J Am Coll Cardiol*. 2023 Oct 10; 82 (15): 1512–1520. doi: 10.1016/j.jacc.2023.08.006
17. Mehta V, Taylor M, Hasan J, Dimarakis I, Barnard J, Callan P, Shaw S, Venkateswaran RV. Establishing a heart transplant program using donation after circulatory-determined death donors: a United Kingdom based single-center experience. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019 Sep 1; 29 (3): 422–429. doi: 10.1093/icvts/ivz121.
18. Taghavi S, Wilson LM, Brann SH, Gaughan J, Mangi AA. Cardiac transplantation can be safely performed with low donor-to-recipient body weight ratios. *J Card Fail*. 2012 Sep; 18 (9): 688–93. doi: 10.1016/j.cardfail.2012.06.527.
19. Patel ND, Weiss ES, Nwakanma LU, Russell SD, Baumgartner WA, Shah AS, Conte JV. Impact of donor-to-recipient weight ratio on survival after heart transplantation: analysis of the United Network for Organ Sharing Database. *Circulation*. 2008 Sep 30; 118 (14 Suppl): S 83–8. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.756866.
20. Jayarajan SN, Taghavi S, Komaroff E, Mangi AA. Impact of low donor to recipient weight ratios on cardiac transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013 Dec; 146 (6): 1538–43. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.06.028.
22. Galeone A, Lebreton G, Coutance G, et al. A single-center long-term experience with marginal donor utilization for heart transplantation. *Clin Transplant*. 2020; 34: e 14057. doi: 10.1111/ctr.14057.
23. Young JB, Naftel DC, Bourge RC, Kirklin JK, Clemson BS, Porter CB, Rodeheffer RJ, Kenzora JL. Matching the heart donor and heart transplant recipient. Clues for successful expansion of the donor pool: a multivariable, multinstitutional report. The Cardiac Transplant Research Database Group. *J Heart Lung Transplant*. 1994 May-Jun; 13 (3): 353–64.
24. Tatum R, Briasoulis A, Tchanchaleishvili V, Massey HT. Evaluation of donor heart for transplantation. *Heart Fail Rev*. 2022 Sep; 27 (5): 1819–1827. doi: 10.1007/s10741-021-10178-7.
25. Marelli D, Laks H, Bresson S, Ardehali A, Bresson J, Esmailian F, Plunkett M, Moriguchi J, Kobashigawa J. Results after transplantation using donor hearts with preexisting coronary artery disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003 Sep; 126 (3): 821–5. doi: 10.1016/s0022-5223(03)00213-7.
26. Beeman A, Muthialu N. ABO-incompatible heart transplantation in children—a systematic review of current practice. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020 Aug; 36 (Suppl 2): 190–193. doi: 10.1007/s12055-020-00971-8.
27. Bergenfeldt H, Andersson B, Bućin D, Stehlik J, Edwards L, Rådegran G, Nilsson J. Outcomes after ABO-incompatible heart transplantation in adults: A registry study. *J Heart Lung Transplant*. 2015 Jul; 34 (7): 892–8. doi: 10.1016/j.healun.2015.01.008.