

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2026.10.1.2784>

# КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ГЕМОКУЛЬТУРЫ ДОНОРА В РАЗВИТИИ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У РЕЦИПИЕНТОВ СЕРДЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА

З.С. Супоненко<sup>1</sup>, П.Р. Каратаев<sup>1</sup>, Д.В. Кудинова<sup>1</sup>, Д.А. Немеровец<sup>1</sup>, В.А. Матусевич<sup>3</sup>, Е.А. Григоренко<sup>1,2</sup>, Н.П. Митьковская<sup>2</sup>ГУ «Республиканский научно-практический центр “Кардиология”», Минск, Республика Беларусь<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Республика Беларусь<sup>2</sup>ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова», Минск, Республика Беларусь<sup>3</sup>

SuponenkaZS@bsmu.by

УДК: [611.12:616-089.843]:612.116.3:616-06:616.9:616-089.168

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность, ортотопическая трансплантация сердца, инфекционные осложнения, белки острой фазы воспаления, микробный пейзаж, центральный венозный катетер, иммуноглобулины, донор трансплантата сердца, реципиент трансплантата сердца.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ.** З.С. Супоненко, П.Р. Каратаев, Д.В. Кудинова, Д.А. Немеровец, В.А. Матусевич, Е.А. Григоренко, Н.П. Митьковская. Клиническое значение положительной гемокультуры донора в развитии инфекционных осложнений у реципиентов сердечного трансплантата. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2026, Т. 10, № 1, С. 2784–2790.

**Цель исследования.** Оценить вероятность возникновения инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде у реципиентов трансплантата сердца от доноров с положительной гемокультурой с учетом микробиологического профиля и уровней маркеров системного воспаления.

**Материалы и методы.** В ретроспективное исследование включены данные 60 ортотопических трансплантаций сердца, выполненных в период с августа 2023 г. по декабрь 2024 г. Выполнена оценка результатов бактериологического посева крови, фрагментов центрального венозного катетера и биоптатов миокарда эксплантированных сердец, а также уровней С-реактивного белка, прокальцитонина, фибриногена и иммуноглобулинов (IgA, IgM, IgG) с последующим разделением корготы на две группы в зависимости от наличия донорской бактериемии.

**Результаты.** Установлено, что бактериемия донора не является предиктором развития ранних инфекционных осложнений у реципиентов (OR = 0,97), однако колонизация центрального венозного катетера статисти-

чески значимо повышает шансы ее развития (OR = 4,00). В этиологической структуре изолятов преобладали нозокомиальные патогены (*S. epidermidis* и *A. baumannii*), при этом контаминация тканей эксплантированного сердца не зависела от системной инфекции донора. В группе с положительной гемокультурой зафиксированы достоверно более высокие концентрации IgA и IgG ( $p < 0,001$ ) при отсутствии статистически значимых межгрупповых различий классических маркеров воспаления.

**Заключение.** Микробная колонизация центрального венозного катетера выступает ведущим фактором риска развития донорской бактериемии, которая сопровождается активацией специфического гуморального иммунитета без выраженной динамики маркеров острой фазы. Вследствие высокой барьерной резистентности миокарда бактериемия донора не приводит к контаминации трансплантата и, как следствие, не увеличивает риск манифестации ранних инфекционных осложнений у реципиента.

## CLINICAL SIGNIFICANCE OF POSITIVE DONOR BLOOD CULTURES IN THE DEVELOPMENT OF INFECTIOUS COMPLICATIONS IN HEART TRANSPLANT RECIPIENTS

Z.S. Suponenka<sup>1</sup>, P.R. Karataev<sup>1</sup>, D.V. Kudzinava<sup>1</sup>, D.A. Nemerovets<sup>1</sup>, V.A. Matusevich<sup>3</sup>, E.A. Grigorenko<sup>1,2</sup>, N.P. Mitkovskaya<sup>2</sup>Republican Scientific and Practical Centre “Cardiology”, Minsk, Belarus<sup>1</sup>Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus<sup>2</sup>N.N. Alexandrov National Cancer Center, Minsk, Belarus<sup>3</sup>

**Key words:** chronic heart failure, orthotopic heart transplantation, infectious complications, acute-phase proteins, microbial profile, central venous catheter, immunoglobulins, heart transplant donor, heart transplant recipient.

**FOR REFERENCES.** Z.S. Suponenka, P.R. Karataev, D.V. Kudzinava, D.A. Nemerovets, V.A. Matusevich, E.A. Grigorenko, N.P. Mitkovskaya. Clinical significance of positive donor blood cultures in the development of infectious complications in heart transplant recipients *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2026, vol. 10, no. 1, pp. 2784–2790.

**Aim.** To evaluate the probability of infectious complications in the early postoperative period among heart transplant recipients from donors with positive blood cultures, considering the microbiological profile and levels of systemic inflammatory markers.

**Materials and methods.** This retrospective study included data from 60 orthotopic heart transplantations performed between August 2023 and December 2024. The results of bacteriological cultures of blood, central venous catheter segments, and myocardial biopsies of explanted hearts were evaluated, along with the levels of C-reactive protein, procalcitonin, fibrinogen, and immunoglobulins (IgA, IgM, IgG). The cohort was subsequently divided into two groups based on the presence of donor bacteremia.

**Results.** It was established that donor bacteremia is not a predictor of early infectious complications in recipients (OR = 0.97); however, central

venous catheter colonization statistically significantly increases the risks of developing donor bacteremia (OR = 4.00). The etiological structure of the isolates was dominated by nosocomial pathogens (*S. epidermidis* and *A. baumannii*), while the contamination of explanted heart tissues was independent of the donor's systemic infection. The group with positive blood cultures exhibited significantly higher concentrations of IgA and IgG ( $p < 0.001$ ), with no statistically significant intergroup differences in classic inflammatory markers.

**Conclusion.** Microbial colonization of the central venous catheter is a leading risk factor for the development of donor-derived bacteremia, which is associated with the activation of specific humoral immunity without significant changes in acute-phase markers. Due to the high barrier resistance of the myocardium, systemic donor infection does not lead to graft contamination and, consequently, does not increase the risk of early infectious complications in the recipient.

## Введение

Ортопическая трансплантация сердца (ОТС) остается наиболее эффективным методом коррекции терминальной хронической сердечной недостаточности (ХСН), превосходя альтернативные подходы по показателям выживаемости и качества жизни реципиентов. В Республике Беларусь, занимающей ведущие мировые позиции по интенсивности органного донорства, накоплен масштабный опыт реализации данной технологии, включающий более 620 успешных трансплантаций с 2009 года. Выполнение ОТС представляет собой комплексную высокотехнологичную процедуру, ассоциированную с критическим профилем риска манифестации тяжелых, потенциально фатальных неблагоприятных явлений на всех этапах периоперационного ведения. Ведущим фактором танатогенеза в посттрансплантационном периоде выступают инфекционные осложнения (ИО), на долю которых приходится от 30% до 50% всех регистрируемых осложнений у данной когорты реципиентов. Патогенез большинства инфекционных эпизодов детерминирован широким спектром корригируемых и некорригируемых факторов риска. Источником данных факторов может выступать как сам организм пациента (соматические особенности), так и медицинское воздействие – хирургические манипуляции и выбранная тактика послеоперационного ведения (процедурные и ятрогенные триггеры). К числу верифицированных предикторов ИО в кардиотрансплантологии традиционно относят гендерные и возрастные особенности реципиента, коморбидный фон, включающий наличие сопутствующих патологий, в частности сахарного диабета и хронической обструктивной болезни легких, предшествующую системную антимикробную терапию и ранее перенесенные открытые кардиохирургические вмешательства. Не менее важную роль определяют методы

дотрансплантационного жизнеобеспечения, в частности применение аппаратного поддержания гемодинамики, фармакологической инотропной стимуляции и/или длительного проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [1].

Параллельно в современном научном дискурсе интенсифицируется вектор исследований, сфокусированных на углубленном анализе результатов предтрансплантационного мониторинга. Цель этих исследований – выявить специфические риски инфицирования, связанные как с исходным качеством самого донорского трансплантата, так и с процессом его эксплантации и транспортировки. На фоне постоянной модернизации и пересмотра критериев отбора, в современной клинической практике сохраняется устойчивый дисбаланс: потребность в донорских органах со стороны пациентов, находящихся в листе ожидания ОТС, по-прежнему критически превалирует над фактическим объемом доступного донорского материала [2, 3].

В условиях прогрессирующего дефицита донорских органов проблема использования трансплантатов от доноров с подтвержденной бактериемией приобретает высокую актуальность. Статистически около 5% доноров солидных органов на момент эксплантации имеют верифицированную контаминацию системного кровотока [1]. Клинический прогноз для реципиента жестко детерминирован этиологией циркулирующей микрофлоры. Бактериemia, обусловленная грамположительными микроорганизмами (*Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus spp.*), в большинстве случаев не ведет к трансмиссии инфекции и не ухудшает общую выживаемость. Напротив, инфицирование грамотрицательными патогенами (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*) представляет собой критическую угрозу. Передача такой флоры коррелирует с развитием тяжелых гнойно-септических осложнений: генерализованного сепсиса, медиастинита и раннего инфекционного эндокардита (ИЭ),

сопровождаясь крайне высокой летальностью [4, 5]. Тем не менее, трансплантация органов от инфицированных доноров признается допустимой при условии внедрения строгих протоколов риск-менеджмента и применения таргетной антимикробной терапии [1, 2, 6].

В посттрансплантационном периоде проблема бактериемии тесно сопряжена с риском развития ИЭ, который у реципиентов способен манифестировать на структурно интактных клапанах. В этиологической структуре доминирует *Staphylococcus aureus* (до 40% случаев), инфицирование которым напрямую связано с ятрогенной бактериемией на фоне длительного использования центральных венозных и диализных катетеров [7, 8]. Значимую патогенетическую роль также играют коагулазонегативные стафилококки, транзиторное попадание которых в системный кровоток, верифицируемое в 70% случаев, детерминировано регулярным выполнением эндомикардиальных биопсий, необходимых для мониторинга отторжения трансплантата. Доказано, что изолированное поражение трикуспидального клапана достоверно коррелирует с частотой выполненных биопсий, подтверждая механистический путь инфицирования [2]. Дополнительную угрозу несут грибковые патогены (*Aspergillus fumigatus*, до 30% ИЭ), манифестирующие в условиях глубокой иммуносупрессии и предшествующей ЦМВ-виремией, с показателями летальности, приближающимися к 100% [7, 9, 10].

Массивная медикаментозная иммуносупрессия (особенно препаратами микофеноловой кислоты) вызывает глубокую редукцию системного воспалительного ответа, что обуславливает атипичную и стертую клиническую картину инфекций. При отсутствии классического симптомокомплекса любой эпизод гипертермии должен интерпретироваться как клинический предиктор бактериемии. Фундаментальным требованием к ведению пациентов является максимальная настороженность и раннее эхокардиографическое обследование, поскольку ретроспективно более половины случаев ИЭ верифицировались лишь посмертно. Современная клиническая парадигма требует соблюдения баланса: использование органов от доноров с бактериемией возможно только при исключении грамотрицательной флоры и адекватном инфекционном контроле. В свою очередь, профилактика ИЭ базируется на строгой асептике сосудистых доступов, минимизации инвазивных процедур и агрессивной диагностике [1, 2, 4].

Потенциальное повышение вероятности бактериемии у донора на фоне инфек-

ции центрального венозного катетера (ЦВК) диктует острую необходимость жесткого мониторинга внутрисосудистых доступов, которые выступают потенциальным источником инфекционной опасности в современной реанимационной практике. Патогенез катетер-ассоциированных инфекций кровотока (КАИК) преимущественно обусловлен транслокацией микроорганизмов, постоянно обитающих на поверхности кожи, через пункционный канал с последующей микробной колонизацией поверхностей устройства. Развитие манифестной катетер-ассоциированной бактериемии на донорском этапе достоверно коррелирует с существенным повышением риска трансмиссии инфекционных агентов реципиенту, что возводит строгие превентивные стратегии в ранг абсолютного клинического приоритета [4, 5].

Эффективность профилактических мероприятий напрямую детерминирована компетентностью медицинского персонала. К манипуляциям по имплантации и техническому обслуживанию центральных сосудистых доступов должен допускаться исключительно медицинский персонал, прошедший специализированную подготовку и обладающий верифицированными навыками в сфере инфекционного контроля. Фундаментальной основой минимизации инфекционных рисков остается строгий комплаенс в отношении гигиены рук: тщательная обработка мыльными растворами или спиртосодержащими антисептиками является обязательным условием до и после любых контактов с катетерной системой, включая пальпацию зоны пункции, смену асептических повязок и замену устройства. Стратегическое значение имеет определение оптимального места локализации венозного доступа. У взрослых пациентов предпочтительной является пункция подключичной вены, тогда как канюляции бедренной вены следует избегать ввиду экспоненциального роста риска бактериальной колонизации и развития инфекции. С целью снижения частоты ятрогенных осложнений и неудачных попыток пункции имплантация должна выполняться под ультразвуковой навигацией квалифицированными специалистами. Кроме того, критически важным аспектом ведения является ежедневная переоценка клинических показаний к пролонгации центрального венозного доступа с немедленной экстракцией катетеров, утративших свою терапевтическую целесообразность [4, 5].

Практическое применение научно обоснованных превентивных стратегий, объединенных в единые алгоритмы (бандлы), обладает высокой и доказанной клинической эффективностью. По данным масштабных

программ контроля качества, внедрение многокомпонентных протоколов и жесткий аудит их исполнения позволяют снизить частоту развития КАИК более чем на 50% [4]. Учитывая фатальные последствия микробной диссеминации и важность сохранения пула донорских органов, эта упреждающая парадигма ведения диктует абсолютную необходимость проведения тщательного инфекционного мониторинга на всех этапах интенсивной терапии.

## Цель исследования

Оценить вероятность возникновения инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде у реципиентов трансплантата сердца от доноров с положительной гемокультурой с учетом микробиологического профиля и уровней маркеров системного воспаления

## Материалы и методы

Клинический материал исследования представлен результатами 60 ортотопических трансплантаций сердца, которые были выполнены на базе государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр «Кардиология» Министерства здравоохранения Республики Беларусь в период с августа 2023 г. по декабрь 2024 г. В анализируемую выборку вошли доноры и реципиенты в возрасте от 18 до 65 лет. В качестве основного показания к трансплантации у реципиентов выступала ХСН в терминальной стадии, в том числе у пациентов, находящихся на терапии системами механической поддержки кровообращения (МПК). Критериями исключения из исследования служили: наличие острых инфекционных процессов (включая сепсис, активный туберкулез, лихорадочные синдромы неясного генеза, острые формы вирусных гепатитов В и С), инфицирование вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ), а также перенесенная реципиентом в предшествующие 6–8 недель до ОТС инфаркт-пневмония.

Дизайн работы предполагал ретроспективный анализ параметров предтрансплантационного скрининга доноров. Комплекс оцениваемых микробиологических показателей включал бактериологический посев крови на стерильность, а также культивирование образцов ЦВК и участков ткани левого предсердия донорского органа. На момент эксплантации сердечного трансплантата также проводилась количественная оценка сывороточных уровней системных биомаркеров воспаления – прокальцитонина (ПКТ),

С-реактивного белка (СРБ) и фибриногена, а также определение концентрации иммуноглобулинов (IgA, IgM, IgG) в крови донора.

В зависимости от результатов микробиологического скрининга доноров исследуемая когорта была стратифицирована на две группы. Основную группу (Группа 1) составили доноры с лабораторно подтвержденной бактериемией (положительная гемокультура) и соответствующие им реципиенты; вторую исследуемую группу (Группа 2) – доноры с отрицательными результатами посева крови и их реципиенты.

Систематизация и статистическая обработка полученного массива данных осуществлялись с применением программных комплексов SAS (Statistic Analysis System) и IBM SPSS Statistics. Учитывая, что распределение большинства количественных и категориальных переменных отличалось от нормального, математико-статистический анализ проводился с использованием непараметрических критериев. В рамках дескриптивной статистики количественные показатели описывались посредством медианы и интерквартильного размаха – Me (LQ; UQ), результаты инференциальной статистики представлялись в виде Z-оценок. Для оценки клинической значимости событий и выявления связи между изучаемыми признаками применялся метод Мантеля-Хенцеля с расчетом отношения шансов (OR) и 95% доверительного интервала (CI). Нулевая гипотеза отвергалась при уровне статистической значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты

Установлено, что наличие положительной гемокультуры донора не являлось фактором риска развития инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде у реципиентов трансплантата сердца (OR = 0,97; 95% CI: 0,33–2,83;  $p = 0,96$ , рис. 1).

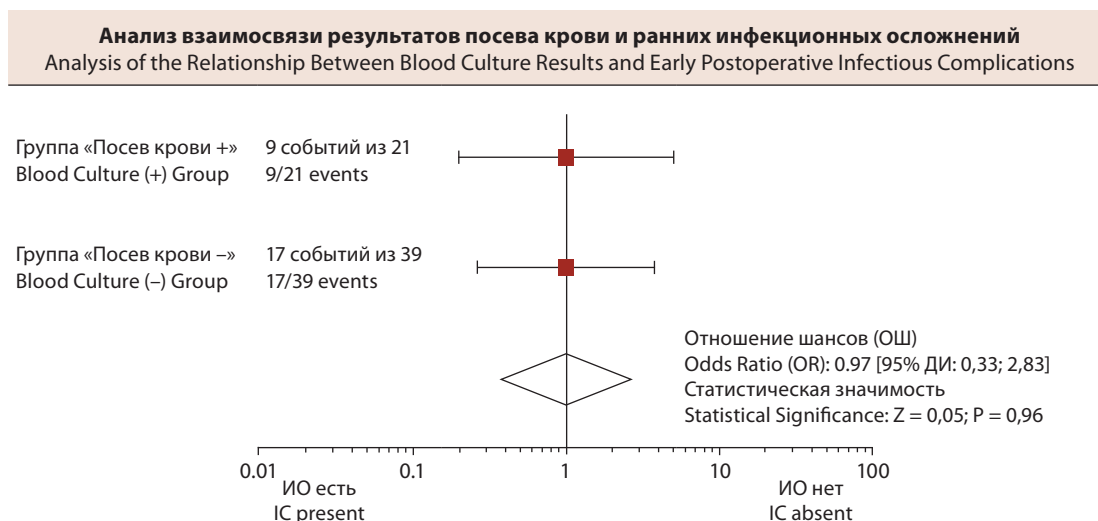
Установлено, что наличие положительного посева образца ЦВК статистически значимо повышает шансы развития донорской bacteriemia (OR = 4,00; 95% CI: 1,27–12,58;  $p = 0,02$ , рис. 2).

Выявлено, что наличие положительной гемокультуры донора не увеличивает шансы обнаружения микроорганизмов в участке донорского сердца (OR = 0,58; 95% CI: 0,20–1,72;  $p = 0,33$ , рис. 3).

Оценка гемокультур доноров на стерильность продемонстрировала наличие подтвержденной bacteriemia в 21 (35,0%) клинической ситуации. Из кровотока было изолировано 5 видов микроорганизмов, при этом на долю

Рисунок 1.  
Ассоциация между положительной гемокультурой донора и частотой манифестации инфекционных осложнений у реципиентов в раннем посттрансплантационном периоде

Figure 1.  
Association between positive donor blood culture and the incidence of infectious complications in recipients in the early post-transplant period



трех ведущих патогенов пришлось 81,0% положительных результатов. Основным этиологическим агентом выступал *A. baumannii* – 9 (42,9%) случаев. Доля *S. epidermidis* и *S. haemolyticus* оказалась сопоставимой и составила по 4 (19,0%) наблюдения для каждого возбудителя. Прочие микроорганизмы (*K. pneumoniae*, *S. hominis*) идентифицировались исключительно в единичных посевах.

При культуральном исследовании фрагментов ЦВК доноров положительный рост микрофлоры зарегистрирован в 30 (50,0%) образцах. Спектр выделенных патогенов включал 5 видов, при этом подавляющее большинство – 86,7% от общего числа – приходилось на 2 ключевых микроорганизма. Наиболее часто высеивался *S. epidermidis* – 14 (46,7%) случаев, несколько реже встречался *A. bau-*

*mannii* – 12 (40,0%). Остальная флора (*K. pneumoniae*, *E. coli*, *S. haemolyticus*) выявлялась в виде спорадических изолятов.

По результатам микробиологического скрининга биоптатов ткани левого предсердия эксплантированных донорских сердец микробная колонизация была верифицирована в 28 (46,7%) наблюдениях. В ходе видовой идентификации выделено 6 различных таксонов микроорганизмов, среди которых доминировали 3 возбудителя, составившие 85,7% всех изолятов. Лидирующую позицию занимал *S. epidermidis* – 13 (46,4%) случаев, за ним следовали *K. pneumoniae* – 7 (25,0%) и *A. baumannii* – 4 (14,3%). Присутствие иных патогенов (*S. saprophyticus*, *E. coli*, *Corynebacterium sp.*) ограничивалось единичными находками.

#### Взаимосвязь между результатами посева ЦВК и посева крови Correlation between CVC Culture and Blood Culture Results

##### Результаты исследования / Study Results

Отношение шансов (ОШ)  
Odds Ratio (OR): 4.00

Статистическая значимость  
Statistical Significance: P = 0.02

Вес исследования  
Weight: 100.0%

Доверительный интервал (95% ДИ): 1,27–12,58  
(Повышенная вероятность события)  
95% Confidence Interval:  
1.27–12.58 (Increased likelihood of event)

Значение Z: 2,37 (Статистическая достоверность)  
Z-value: 2.37 (Statistical validity)

Вклад в анализ (единственный источник)  
Contribution to analysis (sole source)

| Группа / Group                  | События / Events | Всего / Total |
|---------------------------------|------------------|---------------|
| Посев крови + / Blood culture + | 15               | 21            |
| Посев крови - / Blood culture - | 15               | 39            |

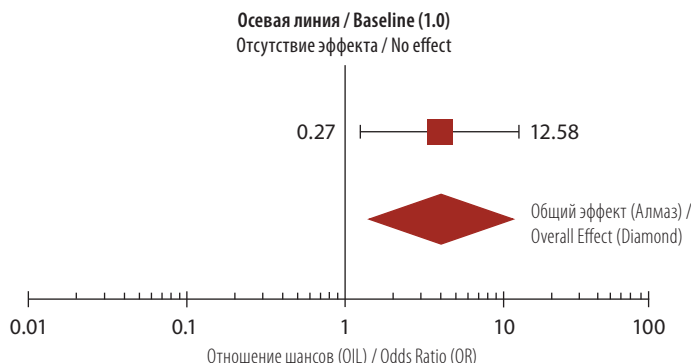


Рисунок 2.  
Ассоциация между инфицированием центрального венозного катетера и возникновением системной bacteremии на этапе кондиционирования донора

Figure 2.  
Association between central venous catheter infection and the development of systemic bacteremia during the donor conditioning phase

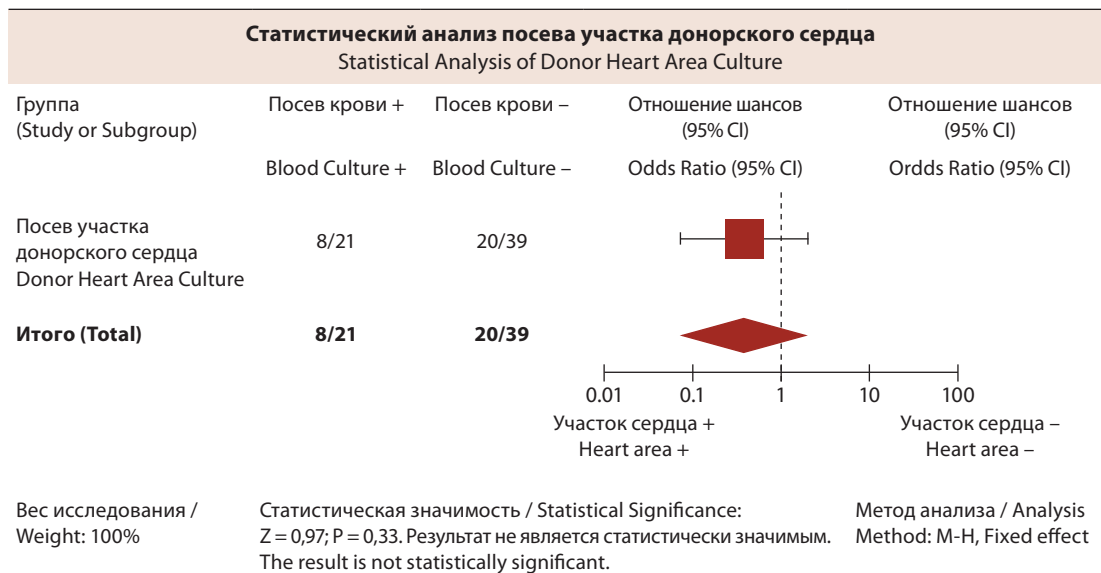


Рисунок 3.  
Влияние  
подтвержденной  
донорской бактериемии  
на вероятность  
микробной  
колонизации  
сердечного  
трансплантата

Figure 3.  
Impact of confirmed  
donor bacteremia  
on the probability  
of microbial colonization  
of the heart transplant

Выявлены статистически значимо более высокие показатели IgA и IgG в Группе 1 (положительная гемокультура донора) в сравнении с Группой 2 (отрицательная гемокультура донора). Уровень IgA составил 2,82 (2,25–3,67) г/л против 1,83 (1,50–2,26) г/л соответственно (Z = 3,96; p < 0,001). Аналогичная тенденция отмечена для IgG: 8,64 (6,93–10,13) г/л в основной группе против 6,27 (4,70–7,43) г/л в группе сравнения (Z = 3,52; p < 0,001). При этом достоверных межгрупповых различий в показателях СРБ, ПКТ, фибриногена и IgM не установлено (таблица).

## Обсуждение

Анализ результатов настоящего исследования не выявил статистически значимой ассоциации между наличием подтвержденной бактериемии у донора и частотой манифестации ранних послеоперационных ИО у реципиентов ОТС. Подобные данные могут отражать высокую клиническую эффективность современных протоколов периоперационной антимикробной профилактики. Тем не менее, для окончательной верификации роли донорской бактериемии как предиктора неблагоприятного инфекционного фона реципиента представляется целесообразным проведение мультицентровых исследований с расширением объема анализируемой выборки.

Прицельная оценка факторов риска со стороны донорского этапа продемонстрировала выраженную причинно-следственную связь между колонизацией катетера и развитием системной инфекции: положительный посев фрагментов ЦВК статистически значимо повышал шансы возникновения донорской бактериемии. Это свидетельствует о высокой патогенетической значимости КАИК в реанимационном периоде кондиционирования потенциального донора. Примечательно,

что факт системной бактериемии не сопровождался повышением вероятности микробной контаминации тканей эксплантационного сердца, что, вероятно, обусловлено резистентностью тканевых барьеров миокарда к кратковременной бактериальной инвазии.

Оценка микробиологического профиля выявила определенную этиологическую общность: в исследуемых субстратах преобладали типичные возбудители нозокомиальных инфекций – *Staphylococcus epidermidis* и *Acinetobacter baumannii*. При анализе параметров системного воспалительного и иммунологического ответа у доноров с лабораторно подтвержденной бактериемией было зафиксировано изолированное, но высоко-

Показатели  
биологических  
маркеров воспаления  
и иммуноглобулинов  
донора трансплантата  
сердца

Levels of inflammation  
biomarkers  
and immunoglobulins  
in a heart transplant donor

| Показатель, ед. изм.<br>Parameter, Unit | Доноры<br>с положительной<br>культуры крови<br>(n = 21)<br>Donors with positive<br>blood culture (n = 21) | Доноры<br>с отрицательной<br>культуры крови<br>(n = 39)<br>Donors with negative<br>blood culture (n = 39) | p/Z                    |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| СРБ, мг/л<br>CRP, mg/L                  | 87,70 (39,60–196,2)                                                                                       | 138,70 (64,20–301,9)                                                                                      | P = 0,145<br>Z = –1,46 |
| ПКТ, нг/мл<br>PCT, ng/mL                | 1,05 (0,67–1,57)                                                                                          | 0,62 (0,22–2,08)                                                                                          | P = 0,429<br>Z = 0,79  |
| Фибриноген, г/л<br>Fibrinogen, g/L      | 6,50 (3,64–10,20)                                                                                         | 4,70 (3,60–7,33)                                                                                          | P = 0,251<br>Z = 1,15  |
| IgA, г/л<br>IgA, g/L                    | 2,82 (2,25–3,67)                                                                                          | 1,83 (1,50–2,26)                                                                                          | p < 0,001*<br>Z = 3,96 |
| IgM, г/л<br>IgM, g/L                    | 0,99 (0,66–1,32)                                                                                          | 0,72 (0,55–1,32)                                                                                          | P = 0,373<br>Z = 0,89  |
| IgG, г/л<br>IgG, g/L                    | 8,64 (6,93–10,13)                                                                                         | 6,27 (4,70–7,43)                                                                                          | p < 0,001*<br>Z = 3,52 |

Примечание: данные представлены в виде медианы, верхнего и нижнего квартилей – Me (Q25; Q75);

\* – статистически значимое различие показателей между группами, p < 0,05. СРБ – С-реактивный белок, ПКТ – прокальцитонин, иммуноглобулины классов А, М, G – IgA, IgM, IgG.

Note: data are presented as the median, lower and upper quartiles – Me (Q25; Q75); \* – statistically significant difference between the groups, p < 0.05. CRP – C-reactive protein, PCT – procalcitonin, immunoglobulins classes A, M, G – IgA, IgM, IgG.

достоверное повышение концентрации сывороточных IgA и IgG по сравнению с группой без бактериемии. В то же время уровни классических маркеров острой фазы воспаления (СРБ, прокальцитонин, фибриноген) и IgM не имели статистически значимых межгрупповых различий. Указанный паттерн указывает на формирование специфического профиля гуморального иммунитета в ответ на инфекционный процесс у пациентов, находящихся в критическом состоянии.

Резюмируя вышеизложенное, следует подчеркнуть, что высокая частота контаминации ЦВК и ассоциированная с ней угроза генерализации инфекции диктуют необходимость создания и строгого соблюдения стандартизированных превентивных комплексов (бандлов), адаптированных к условиям конкретного стационара, при ведении потенциальных доноров. Выявленные особенности патогенеза периоперационной бактериемии и сопутствующие сдвиги в гуморальном звене иммунитета открывают широкие перспективы для дальнейших научных изысканий. Углубленное изучение иммунологического статуса пары «донор-реципиент» в контексте риска ИО является фундаментом для совершенствования критериев отбора трансплантатов и улучшения общих показателей выживаемости.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Peghin, M. Donor-derived infections in solid organ transplant recipients / M. Peghin, P. A. Grossi // *Current Opinion in Organ Transplantation*. — 2023. — Vol. 28, N 5. — P. 384–390. doi: 10.1097/MOT.0000000000001094.
2. Eldin, C. Updates on Donor-Derived Infection in Solid Organ Transplantation, Report from the 2024 GTI (Infection and Transplantation Group) Annual Meeting / C. Eldin, P. A. Grossi, V. Manda [et al.] // *Transpl Int*. — 2025. — Vol. 38. — P. 14237. doi: 10.3389/ti.2025.14237.
3. Gardiner, B. J. Donor-derived infections in heart and lung transplant recipients / B. J. Gardiner, M. G. Ison // *JHLT Open*. — 2025. — Vol. 10. — P. 100376. doi: 10.1016/j.jhlto.2025.100376.
4. Mer, M. Central venous catheter-related infection – back to basics / M. Mer // *Afr J Thorac Crit Care Med*. — 2022. — Vol. 28, N 1. doi: 10.7196/AJTCCM.2022.v28i1.244.
5. O'Grady, N. P. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections / N. P. O'Grady, M. Alexander, L. A. Burns [et al.] // *Clinical Infectious Diseases*. — 2011. — Vol. 52, N 9. — P. e162–e193. doi: 10.1093/cid/cir138.
6. Роль положительной культуры донорской крови в развитии инфекционных осложнений у реципиентов сердечного трансплантата в раннем послеоперационном периоде / Н. П. Митковская, Е. А. Григоренко, З. С. Супоненко [и др.] // *Вестник Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук*. — 2025. — Т. 22, № 4. — С. 304–313. doi: 10.29235/1814-6023-2025-22-4-304-313.

#### REFERENCES

1. Peghin M., Grossi P.A. Donor-derived infections in solid organ transplant recipients. *Current Opinion in Organ Transplantation*. 2023, vol. 28, no. 5, pp. 384–390. doi: 10.1097/MOT.0000000000001094.
2. Eldin C., Grossi P.A., Manda V. et al. Updates on Donor-Derived Infection in Solid Organ Transplantation, Report from the 2024 GTI (Infection and Transplantation Group) Annual Meeting. *Transpl Int*. 2025, vol. 38, pp. 14237. doi: 10.3389/ti.2025.14237.
3. Gardiner B.J., Ison M.G. Donor-derived infections in heart and lung transplant recipients. *JHLT Open*. 2025, vol. 10, pp. 100376. doi: 10.1016/j.jhlto.2025.100376.
4. Mer M. Central venous catheter-related infection – back to basics. *Afr J Thorac Crit Care Med*. 2022, vol. 28, no. 1. doi: 10.7196/AJTCCM.2022.v28i1.244.
5. O'Grady N.P., Alexander M., Burns L.A. et al. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. *Clinical Infectious Diseases*. 2011, vol. 52, no. 9, pp. e162–e193. doi: 10.1093/cid/cir138.
6. Mitkovskaya N.P., Grigorenko E.A., Suponenko Z.S. et al. The role of positive donor blood culture in the development of infectious complications in heart transplant

#### Заключение

На этапе кондиционирования микробная колонизация ЦВК выступает фактором, статистически значимо повышающим шансы развития донорской бактериемии. В ее этиологической структуре доминируют типичные нозокомиальные патогены – *Staphylococcus epidermidis* и *Acinetobacter baumannii*. Присутствие данных микроорганизмов в кровотоке сопровождается достоверным повышением сывороточных IgA и IgG при отсутствии значимой динамики классических маркеров системного воспаления. Наличие положительной гемокультуры не увеличивает вероятность контаминации тканей эксплантированного органа, что указывает на высокую барьерную резистентность миокарда. Как следствие, подтвержденная бактериемия у донора не является значимым фактором риска развития ранних ИО у реципиентов трансплантата сердца.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология» (г. Минск).

7. Инфекционные осложнения после ортотопической трансплантации сердца: текущее состояние и перспективы / З. С. Супоненко, У. Г. Якушева, А. М. Трошина [и др.] // *Кардиология в Беларуси*. — 2024. — Т. 16, № 4. — С. 344–360.
8. Manjunath, A. Cardiac transplantation with increased-risk donors: Trends and clinical outcomes / A. Manjunath, J. Maning, W. Tingquing [et al.] // *International Journal of Cardiology*. — 2025. — Vol. 421. — P. 132887. doi: 10.1016/j.ijcard.2024.132887.
9. Larsson, D. Antibiotic resistance in the environment / D. Larsson, C. Flach // *Nature Reviews Microbiology*. — 2022. — Vol. 20, N 5. — P. 257–269. doi: 10.1038/s41579-021-00649-x.
10. Krishnan, J. The tell-tale hearts: Donor-derived invasive fungal infections among orthotopic heart transplant recipients / J. Krishnan, M. Carugati, R. Miller [et al.] // *Medical Mycology Case Reports*. — 2025. — Vol. 48. — P. 100702. doi: 10.1016/j.mmcr.2025.100702.

recipients in the early postoperative period. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Medical series*. 2025, vol. 22, no. 4, pp. 304–313. doi: 10.29235/1814-6023-2025-22-4-304-313. (in Russian).

7. Suponenko Z.S., Yakusheva U.G., Troshina A.M. et al. Infectious complications after orthotopic heart transplantation: current state and prospects. *Cardiology in Belarus*. 2024, vol. 16, no. 4, pp. 344–360. (in Russian).
8. Manjunath A., Maning J., Tingquing W. et al. Cardiac transplantation with increased-risk donors: Trends and clinical outcomes. *International Journal of Cardiology*. 2025, vol. 421, pp. 132887. doi: 10.1016/j.ijcard.2024.132887.
9. Larsson D., Flach C. Antibiotic resistance in the environment. *Nature Reviews Microbiology*. 2022, vol. 20, no. 5, pp. 257–269. doi: 10.1038/s41579-021-00649-x.
10. Krishnan J., Carugati M., Miller R. et al. The tell-tale hearts: Donor-derived invasive fungal infections among orthotopic heart transplant recipients. *Medical Mycology Case Reports*. 2025, vol. 48, pp. 100702. doi: 10.1016/j.mmcr.2025.100702.

Поступила 30.04.2026