

DOI: 10.15825/1995-1191-2023-3-129-138

РЕПРОТЕЗИРОВАНИЕ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА ПОСЛЕ РАНЕЕ ВЫПОЛНЕННОГО TAVI

Д.А. Титов, М.Н. Соркомов, Д.М. Пурсанова, М.И. Федосейкина, С.И. Бабенко,
Р.М. Муратов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Эндоваскулярные операции при пороках аортального клапана хорошо зарекомендовали себя у пациентов пожилого возраста и с тяжелой сопутствующей патологией, конкурирующей с основным заболеванием. Однако риск развития дисфункции по причине структурной дегенерации биологического протеза и протезного эндокардита остается высоким. Выполнение повторных операций сопряжено с риском развития осложнений, но открытая операция в данной группе больных является единственным методом лечения.

Цель: описание серии повторных операций при дисфункции имплантированных протезов после TAVI.

Материал и методы. В отделении неотложной хирургии приобретенных пороков сердца НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ (заведующий профессор Р.М. Муратов) с 2015-го по 2022 г. выполнено 6 повторных операций у больных, ранее перенесших транскатетерное протезирование аортального клапана (TAVI). Средний возраст больных на момент TAVI составлял 70,6 года (62–83), на момент повторной операции – 74,3 года (70–84). Прогнозируемый риск смертности по EuroSCORE II на момент повторного вмешательства – 42,2% (21,7–87,6). Среднее время до выполнения повторной операции составило 42 месяца. Показаниями для реоперации в 4 случаях явился ранний активный протезный эндокардит, в 2 случаях – структурная дегенерация протеза.

Результаты. На госпитальном этапе умер 1 пациент от острой сердечной недостаточности, операция выполнялась по жизненным показаниям в условиях крайней исходной тяжести. У трех пациентов ранний п/о период протекал без осложнений. У одной больной потребовалась ВАБК по причине ОН, также 1 больной выполнена имплантация постоянного ЭКС. Среднее время нахождения в стационаре составило 14 дней. У пациентов с активной формой протезного эндокардита проводился 6-недельный курс антибиотикотерапии. Функция имплантированных протезов была удовлетворительной.

Выводы. Репротезирование аортального клапана после ранее выполненного TAVI является вынужденной операцией и единственным способом лечения дисфункции протеза. В условиях активного протезного эндокардита своевременная операция обеспечивает спасение данной категории пациентов.

Ключевые слова: репротезирование, инфекционный эндокардит, TAVI.

AORTIC VALVE REPLACEMENT AFTER PREVIOUS TAVI

Д.А. Titov, М.Н. Sorkomov, Д.М. Pursanova, М.И. Fedoseykina, С.И. Babenko, R.M. Muratov
Bakulev Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

Endovascular surgery for aortic valve defects has proven itself well in elderly patients with severe comorbidities competing with the underlying disease. However, the risk of dysfunction resulting from structural degeneration of bioprosthetic heart valve and prosthetic valve endocarditis remains high. Repeated surgeries are associated with complications, but open surgery is the only method of treatment in this group of patients. **Objective:** to describe a series of reinterventions for prosthetic valve dysfunction occurring after TAVI. **Material and methods.** From 2015 to 2022, at the Department of Emergency Surgery for Acquired Heart Diseases (Head, Professor R.M. Muratov), Bakulev Research Center for Cardiovascular Surgery, 6 reoperations were performed in patients who had previously undergone transcatheter aortic valve implantation (TAVI). The average age of patients at the time of TAVI and at the time of reoperation was 70.6 years (62–83) and 74.3 years (70–84), respectively. The EuroSCORE II predicted risk of mortality at the time of reintervention was 42.2% (21.7–87.6). The mean time to reoperation was 42 months. Indications for reoperation were early active prosthetic endocarditis (4 cases) and

Для корреспонденции: Соркомов Максим Ньюгустанович. Адрес: 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135. Тел. (495) 414-78-49. E-mail: sorcommn@gmail.com

Corresponding author: Maxim Sorcomov. Address: 135, Rublevskoye Shosse str., 121552, Moscow, Russian Federation. Phone: (495) 414-78-49. E-mail: sorcommn@gmail.com

structural valve degeneration (2 cases). **Results.** At the hospital stage, 1 patient died of acute heart failure; the operation was performed for vital indications in conditions of extreme initial severity. In three patients, the early postoperative period was uneventful. One patient required intra-aortic balloon counterpulsation (IABP) due to heart failure, and 1 patient was implanted with permanent pacemaker. The average time of hospitalization was 14 days. Patients with active prosthetic endocarditis received a 6-week course of antibiotic therapy. The function of the implanted valves was satisfactory. **Conclusions.** Aortic valve replacement after previous TAVI is an emergency operation and represents the only way to treat valve dysfunction. Under active prosthetic endocarditis, timely surgery can save this patient cohort.

Keywords: valve replacement, infective endocarditis, TAVI.

ВВЕДЕНИЕ

При выборе методики операции при аортальном стенозе (АС) доказано: открытая операция показана молодым пациентам при наличии инфекционного эндокардита (ИЭ) и степени рисков по шкалам STS и ES II ниже 4%. Тогда как при наличии многососудистого поражения коронарных артерий, патологии атрио-вентрикулярных клапанов, аневризмы аорты, гипертрофии МЖП, требующей миоэктомии, и степени риска по тем же шкалам более 4% коморбидная патология, грубые постлучевые изменения органов средостения, риск травмы функционирующих шунтов при рестернотомии могут являться предпочтением в пользу TAVI.

С накоплением опыта выполнения процедуры TAVI были определены ее недостатки и противопоказания. К абсолютным противопоказаниям можно отнести отсутствие специально обученной кардиохирургической службы, ожидаемую продолжительность жизни менее 1 года, низкую вероятность улучшения качества жизни после TAVI вследствие тяжелой сопутствующей патологии. Немаловажными являются анатомические особенности, такие как узкий или широкий размер ФК АК (менее 18 мм или более 29 мм), наличие тромбоза в левых камерах сердца. Неблагоприятная анатомия корня аорты, асимметричный кальциноз с высоким риском окклюзии устьев коронарных артерий, атероматоз аорты с

нестабильными бляшками и высоким риском системной эмболии также могут стать противопоказанием.

Процедура TAVI изначально несла в себе малоинвазивность и максимальную безопасность для пациентов с высоким хирургическим риском, однако частота и степень таких острых осложнений во время имплантации протеза, как обструкция устьев коронарных артерий, разрыв фиброзного кольца АК, А-В-блок, парапротезные фистулы, инсульт, инфаркт миокарда и осложнения, возникающие в различные сроки после операции со стороны имплантированного протеза – вторичный тромбоз клапана, дисфункция вследствие компрессии и протезный эндокардит, – не делают данную методику «золотым стандартом» при выборе типа операции при стенозе АК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С 2015-го по 2022 г. в отделении неотложной хирургии приобретенных пороков сердца НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева (руководитель профессор Р.М. Муратов) реоперировано 6 пациентов после ранее выполненного TAVI. Средний возраст больных на момент TAVI составлял 70,6 года (62–83), на момент повторной операции – 74,3 года (70–84). Прогнозируемый риск смертности по EuroSCORE II на момент повторного вмешательства – 42,2% (21,7–87,6). Женщин/мужчин – 4/2. Средний срок выполнения повторной операции от момента первичной составил 42 месяца (8–144) (табл.). Показаниями для опера-

Таблица

Клиническая характеристика реоперированных больных, n = 6

Clinical characteristics of reoperated patients, n = 6

Пациент / Возраст	Тип протеза TAVI	Возраст на момент TAVI (лет)	Возраст на момент реоперации (лет)	Срок п/о TAVI (мес.)	ES 2 (%)	Сопутствующая патология
1. 70 л.	Edwards Sapien-23	65	70	60	19,9	МФА, ХОБЛ
2. 84 г.	Core Valve-26	83	84	8	36,5	МФА, ХБП-4, СД, АГ
3. 73 г.	Edwards Sapien-29	72	73	8	87,6	ХБП-4. Аденома простаты
4. 75 л.	MedLAB-27	73	75	24	24,8	Пневмофиброз, АГ
5. 70 л.	Boston Scientific Acurate neo-25	69	70	11	23,5	Мастэктомия, лучевая терапия
6. 74 г.	CoreValve-23	62	74	144	38,1	Операция с ИК и ЭКМО в анамнезе

ции в 4 случаях явился ранний активный протезный эндокардит, в 2 случаях – структурная дегенерация протеза.

Основными симптомами у больных были одышка при минимальных физических нагрузках, длительное повышение температуры тела до 38,5 °С, снижение массы тела, выраженная слабость. У всех больных имелась выраженная сердечная недостаточность с отеками на нижних конечностях и увеличением печени. Один пациент оперирован по витальным показаниям на фоне прогрессирующей сердечной недостаточности.

Все больные обследовались стандартными методами. По данным ЭхоКГ, у больных с протезным эндокардитом отмечались наложения и вегетации на створках протеза с формированием клапанной недостаточности 2–3-й степени. У больных с дегенерацией протеза створки клапана были ограничены в подвижности, уплотнены и кальцинированы с формированием трансклапанного пикового и среднего градиента и значимой регургитации. В одном случае у больной с протезом Core Valve при затруднительном подтверждении инфекционного поражения с помощью ЧПЭхоКГ, связанного с его структурными особенностями (высокий нитиновый каркас), для подтверждения диагноза протезного эндокардита выполнено ПЭТ КТ с 18 F – фтордезоксиглюкозой,

которое показало наличие патологического гиперметаболизма в проекции аортального биопротеза (рис. 1). Для исключения мальформации и микотических аневризм сосудов головного мозга при инфекционном протезном эндокардите выполнялась МРТ сосудов головного мозга.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Все операции выполнялись в условиях гипотермического искусственного кровообращения (28 °С). В пяти случаях операция выполнена через полную срединную стернотомию, в 1 случае использована J-образная мини-стернотомия по 4-му межреберью. Защита миокарда у всех больных осуществлялась введением 2 л раствора «Кустодиол». Среднее время ИК составило 197,5 мин, время пережатия аорты составило 141,7 мин.

Пациент 1. Диагноз: состояние п/о TAVI «Edwards Sapien-23» трансапикальным доступом. Стеноз и недостаточность аортального биопротеза на фоне структурной дегенерации (рис. 2). НК 2Б. ФК 4. Операция: репротезирование АК биопротезом «БиОЛАБ-20». Время ИК – 116 минут. Пережатие аорты – 76 минут. Гладкий п/о период, выписка на 8-е сутки.

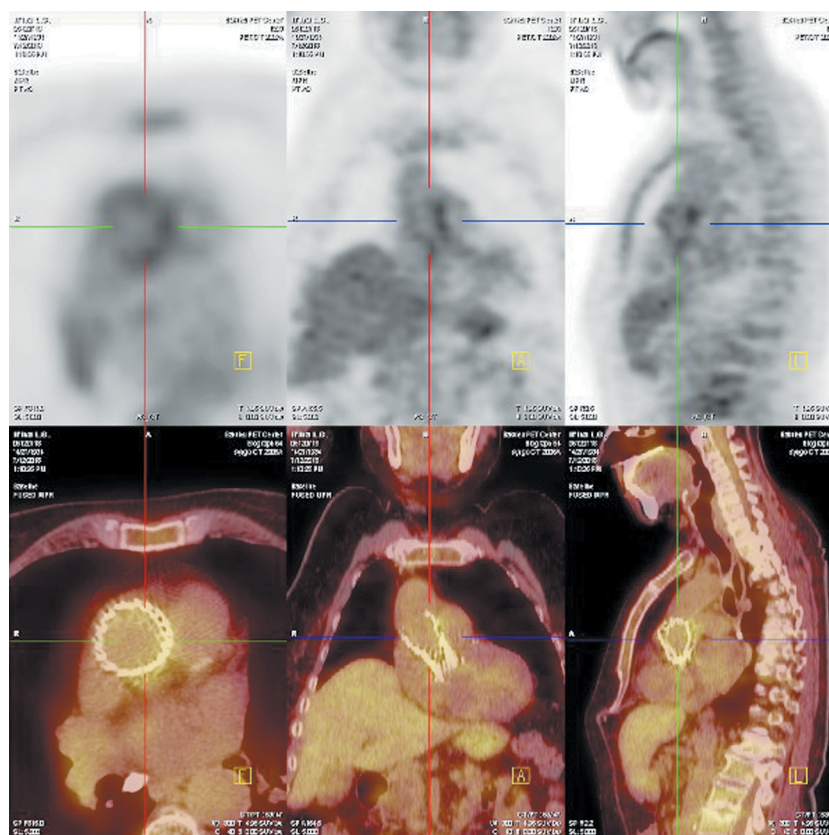


Рис. 1. ПЭТ КТ с 18 фтордезоксиглюкозой, патологический гиперметаболизм в проекции аортального биопротеза

Fig. 1. 18F-FDG PET-CT imaging, pathological hypermetabolism in the bioprosthetic aortic valve projection

Пациент 2. Диагноз: состояние п/о TAVI «Core Valve-26», стентирование ПМЖВ. Ранний протезный эндокардит аортального протеза, активная фаза. Инфекционный эндокардит митрального клапана с недостаточностью 2-й степени. Рестеноз стента в передней межжелудочковой артерии (ПМЖВ). НК 2Б. ФК 4. Операция: репротезирование аортального клапана (АК) механическим протезом «Карбоникс-22», протезирование митрального клапана механическим протезом «Карбоникс-28», аортокоронарное шунтирование (АКШ-ПМЖВ) (рис. 3). Время искусственного кровообращения (ИК) – 227 минут. Пережатие аорты – 165 минут. Гладкий послеоперационный период, выписка на 18-е сутки.

Пациент 3. Диагноз: состояние п/о TAVI «Edwards Sapien-29». Ранний протезный эндокардит аортального протеза, активная фаза. Недостаточность митрального и трикуспидального клапана 3-й степени. Высокая легочная гипертензия. Асцит. ИВЛ. НК 2Б. ФК 4. Операция: репротезирование АК «Карбоникс-26», пластика митрального клапана на полоске из политетрафторэтилена, пластика трикуспидального клапана по ДеВега (рис. 4). Время ИК – 204 минуты. Пережатие аорты – 125 минут. Смерть в раннем п/о периоде от прогрессирующей сердечной недостаточности.

Пациент 4. Диагноз: состояние п/о TAVI «Мед-Лаб КТ-27». Ранний протезный эндокардит аорталь-

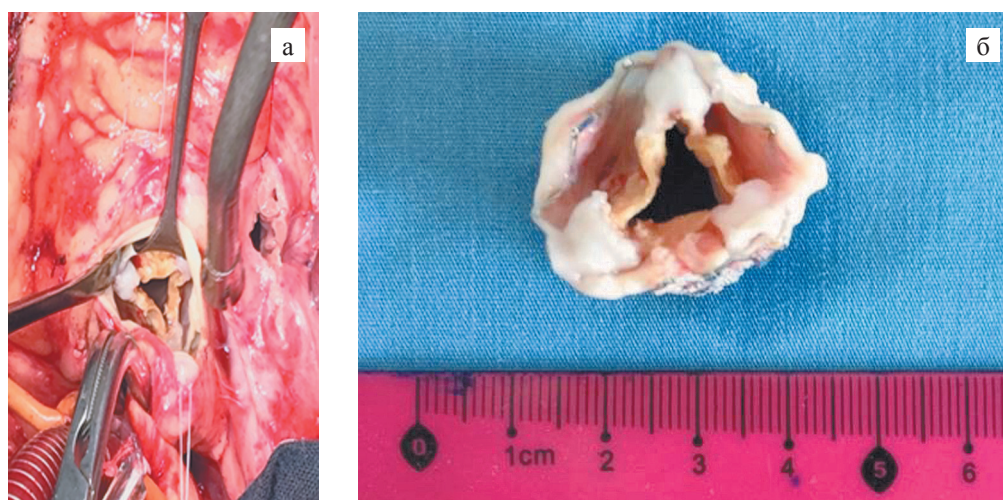


Рис. 2. Структурная дегенерация протеза «Edwards Sapien-23»: а – интраоперационное фото; б – эксplantированный протез «Edwards Sapien-23»

Fig. 2. Structural degeneration of the Edwards Sapien-23 valve: а – intraoperative photo; б – explanted Edwards Sapien-23 valve

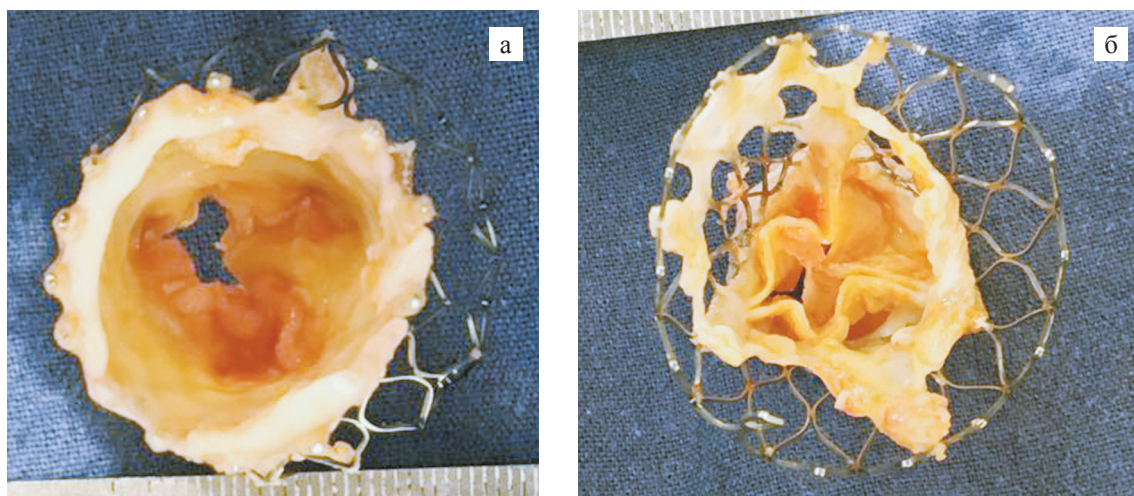


Рис. 3. Протезный эндокардит стент-клапана «Core Valve-26» (вегетации на створках из ксеноперикарда): а – желудочковая поверхность протеза; б – аортальная поверхность протеза

Fig. 3. Prosthetic valve endocarditis affecting the CoreValve 26 stent (vegetation on xenopericardial flaps): а – ventricular surface of the valve; б – aortic surface of the valve

ного протеза. Недостаточность АК. НК 2А. ФК 3. Операция: репротезирование АК биопротезом «БиоЛАБ-22» из мини-стернотомии (рис. 5). Время ИК – 151 минута. Пережатие аорты – 85 минут. Гладкий п/о период, выписка на 9-е сутки.

Пациент 5. Диагноз: состояние п/о TAVI Boston Scientific Acurate neo-25. Ранний протезный эндокардит аортального протеза, активная фаза. Недостаточность АК (рис. 6). НК 2А. ФК 4. Операция: протезирование корня аорты девитализированным аллогraftом, имплантация 2-камерного ЭКС. Время ИК – 194 минут. Пережатие аорты – 140 минут. Гладкий п/о период, выписка на 16-е сутки.

Пациент 6. Диагноз: состояние п/о биопротезирования АК Mitroflow, репротезирование АК по методике TAVI CoreValve 23 в условиях ЭКМО для предотвращения послеоперационного осложнения у больной с критическим нарушением гемодинамики (интраоперационная желудочковая тахикардия). Структурная дегенерация протеза по типу кальциноза (рис. 7). НК 2А. ФК 2. Операция репротезирования АК «Карбоникс-22».

РЕЗУЛЬТАТЫ

На госпитальном этапе умер 1 пациент от острой сердечной недостаточности. Больной № 3 с декомпенсацией сердечной недостаточности был

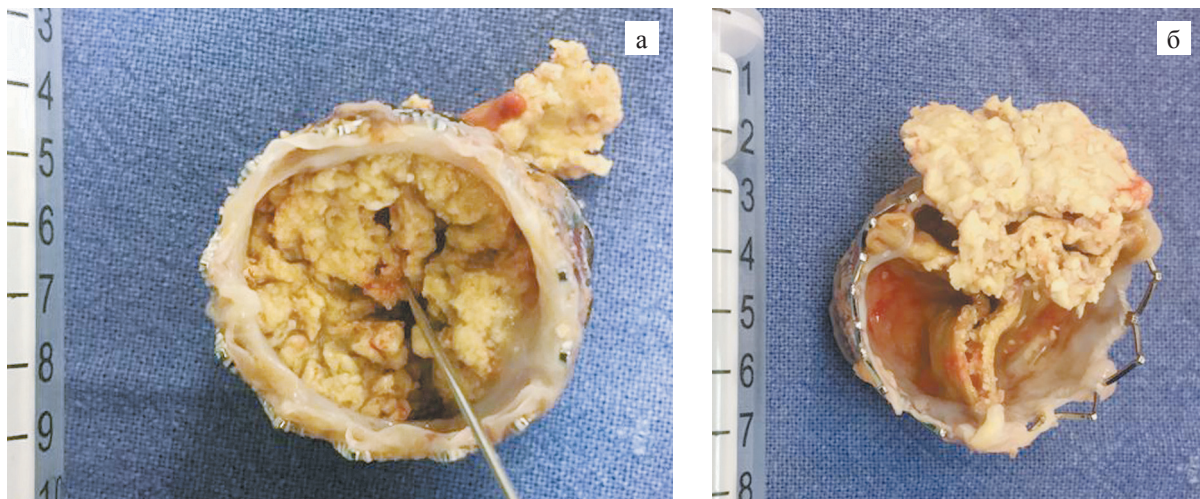


Рис. 4. Протезный эндокардит стент-клапана Edwards Sapien-29: а – желудочковая поверхность протеза; б – аортальная поверхность протеза

Fig. 4. Prosthetic valve endocarditis affecting the Edwards Sapien-29 valve stent: а – ventricular surface of the valve; б – aortic surface of the valve

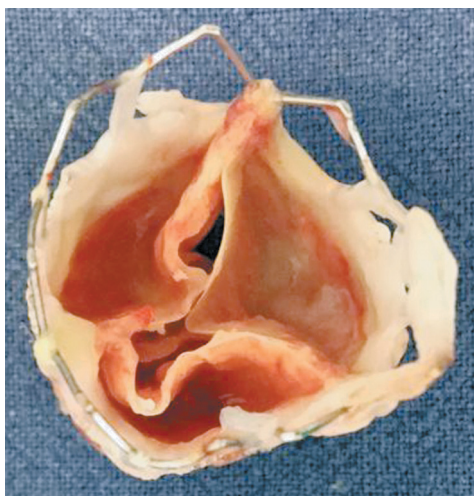


Рис. 5. Эксплантированный стент-клапан «МедЛАБ КТ-27» (плоские вегетации на створках из ПТФЭ)

Fig. 5. Explanted MedLAB KT 27 valve stent (flat vegetations on PTFE flaps)

взят на операцию по витальным показаниям с уже развившейся полиорганной недостаточностью. EUROScore II – 87%. Для предупреждения и восполнения кровопотери на всех операциях использован аппарат «Cell-Saver». Кровопотеря по дренажам в первые сутки составила в среднем 500 мл (350–750). Длительность ИВЛ в среднем составила 23 [13 : 682] часа. Пролонгированная вентиляция проводилась у больного № 3 по причине неврологического дефицита и развития сердечной недостаточности. Пребывание в ОРИТ 4,5 (1,3–30) суток.

У трех пациентов ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Среднее время нахождения в стационаре составило 14 дней. У пациентов с активной формой протезного эндокардита проводился 6-недельный курс антибиотикотерапии. На момент выписки у 3 пациентов регистрировался синусовый ритм, у 1 пациента постоянная форма фибрилляции предсердий, у 1 – навязка от посто-

янного ЭКС. Функция имплантированных протезов была удовлетворительной.

ОБСУЖДЕНИЕ

Разработка и внедрение в клинику альтернативных методик (TAVI, баллонная вальвулопластика) лечения стеноза АК у пациентов с высоким хирургическим риском и неоперабельных пациентов (STS 7–11%, EuroSCORE II 18–29%) показали свою безопасность и стабильные результаты в различные сроки после операции [1]. Однако зачастую расширение показаний к применению транскатетерных процедур является примером коммерческой выгоды без углубленного обсуждения каждого конкретного

клинического случая. Решение об их выполнении должно приниматься и обсуждаться группой врачей различных специальностей [2].

Ретроспективный анализ MedPAR (Medicare Provider Analysis and Review), обобщивший данные с 2009-го по 2015 г. у пациентов с изолированным стенозом АК, показал рост количества вмешательств на АК на 14,4% в год (с 22 076 в 2009 г. до 49 362 в 2015 г.). При сопоставлении количества выполненных операций (традиционное протезирование АК и TAVI) наблюдается тенденция к увеличению катетерных процедур, которые к концу исследования составили 46% от всех вмешательств на АК. Также авторы подчеркнули тенденцию к снижению гос-

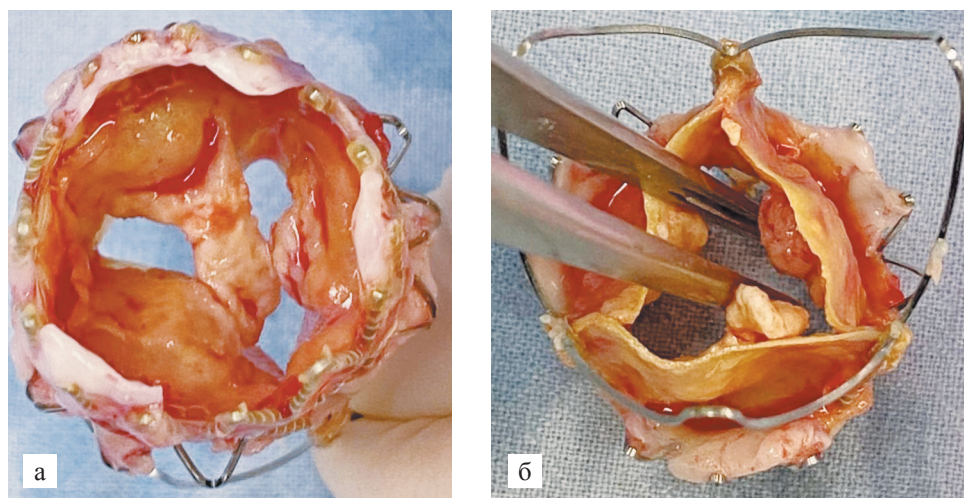


Рис. 6. Протезный эндокардит стент-клапана Boston Scientific Acurate neo-25: а – желудочковая поверхность протеза; б – аортальная поверхность протеза

Fig. 6. Prosthetic valve endocarditis affecting the Boston Scientific Acurate neo-25 valve stent: а – ventricular surface of the valve; б – aortic surface of the valve

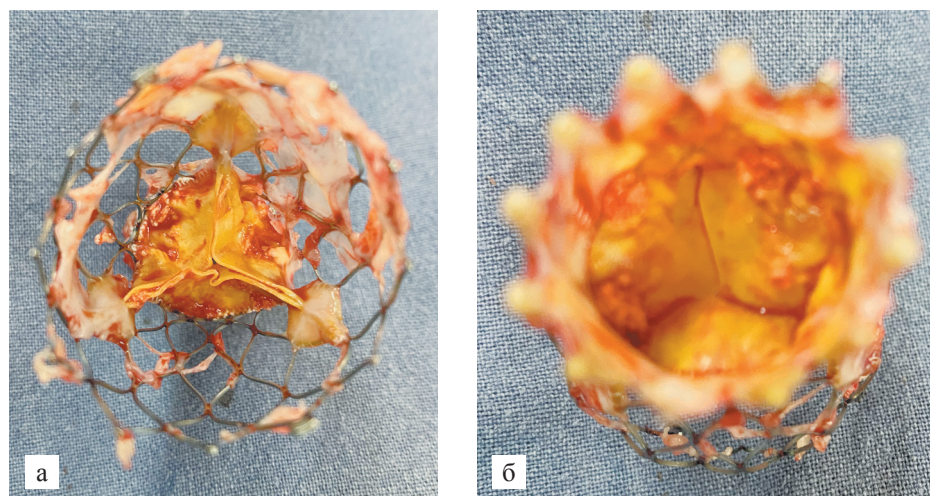


Рис. 7. Структурная дегенерация стент-клапана CoreValve 23: а – желудочковая поверхность протеза; б – аортальная поверхность протеза

Fig. 7. Structural degeneration of the CoreValve 23 valve stent: а – ventricular surface of the valve; б – aortic surface of the valve

питальной, 30- и 90-дневной летальности, которые составили 2,69; 4,46; 6,66% соответственно. Однако 90-дневная летальность в группе TAVI остается высокой и составляет 8,37%, а частота инфекционного эндокардита составляет 2,4–2,7% [3].

Инфекционный эндокардит после TAVI представляет собой опасное для жизни осложнение, с высокой госпитальной и годичной летальностью. Ранняя диагностика имеет первостепенное значение для назначения соответствующего лечения во избежание негативных клинических исходов. По данным Международного регистра TAVI, частота протезного эндокардита варьирует от 0,3 до 1,2% пациента в год. В качестве независимых предикторов авторы выделили использование саморасширяющихся стент-клапанов и интубацию во время операции. В 76% случаев доступ осуществлялся трансфеморальным путем. Авторы также отмечают высокую госпитальную летальность (47%), как на момент выполнения TAVI, так и при повторных операциях. Такие результаты связаны с исходной тяжестью и возрастом больных [4]. В нашем материале описано четыре клинических случая раннего протезного эндокардита после транскатетерной имплантации АК, и следует сказать, несмотря на определенные трудности интерпретации диагноза «протезный эндокардит», особенно в случае с имплантированным протезом «CoreValve», применение активной хирургической тактики с применением традиционной хирургии в сочетании с антибиотикотерапией показало свою целесообразность и эффективность у данной тяжелой категории повторных больных.

Объединенный анализ рандомизированных контролируемых исследований – РКИ ($n = 61$), включающий 8969 пациентов за период с 2012-го по 2020 г., не выявил значимой разницы в конечной точке, смертельных случаев от сердечно-сосудистых причин. Положительный эффект наблюдался в суррогатных контрольных точках, таких как кровотечения, фибрилляция предсердий после операции, ухудшающих качество жизни, почечная недостаточность, инсульты и продолжительность нахождения в стационаре. Метаанализ продемонстрировал отсутствие какой-либо значимой разницы в летальности в раннем послеоперационном и средне-отдаленном периоде, более того, к 5-му году летальность в группе TAVI увеличилась на 15% (ОР 1,11, 95% ДИ 1,01–1,23, $p = 0,04$, $I^2 0\%$; $n = 3761$) [5–8]. Летальность на ранних после операции сроках, возможно, объясняется возникновением таких событий, как инсульты (2-й год исследования ОР 0,88, 95% ДИ от 0,67 до 1,16, $p = 0,37$, $I^2 48\%$; 6 исследований, $n = 6, 453$ пациента) [5–9], кровотечения (сообщается о уменьшении на 64% больших кровотечений в пользу TAVI, эта тенденция сохраняется вплоть до 5-го года, где значение составляет

20%). К 5-му году наблюдаемый эффект смещается в сторону благоприятного прогноза хирургического протезирования аортального клапана.

В плане хирургических аспектов данная методика имеет ряд ограничений, связанных с технической стороной [10–12], вследствие чего увеличивается число повторных вмешательств (включая «клапан в клапан») и частота госпитализаций (рис. 8). Исследование PORTICO [13] показало, что независимыми предикторами ухудшения гемодинамики протеза являются отсутствие антикоагулянтной терапии, процедура «клапан в клапан», использование протеза меньше 23-го размера, высокий ИМТ. Данная гипотеза подтверждается тем, что проблема, связанная с тромбозом створки протеза, решалась длительным приемом варфарина.

Инфекционный эндокардит как наиболее опасное осложнение в сроках до 30 дней показывает существенное снижение в группе с TAVI, дальнейшее наблюдение показывает, что данный эффект не имеет никаких различий и к 5-му году средневзвешенное значение достигает значения ОР 1,34 (95% ДИ 0,87–2,05, $p = 0,18$, $I^2 0\%$; 4 исследования, $n = 3,761$) [1, 14–16], а в относительном значении количество случаев инфекционного эндокардита возрастает на 134%.

Однако такие данные должны настораживать. Объединенный анализ 6 когортных исследований продемонстрировал, что лица с ранним протезным эндокардитом были моложе ($73,5 \pm 4,2$ против $79,9 \pm 3,24$, $p < 0,001$), а также выявил наиболее значимые факторы риска, такие как пол (ОР 1,24, 95% ДИ от 1,15 до 1,33), интубация (ОР 2,99, 95% ДИ от 2,73 до 3,28), хроническая болезнь почек (ОР 5,19, 95% ДИ от 4,16 до 6,47). Медиана развития инфекционного эндокардита варьирует от 1 до 9,4 мес. [17–20]. Анализ продемонстрировал, что только 22,3% были подвергнуты повторной операции, остальная часть была пролечена консервативно (77,7%). Общая смертность составила 38,3%. Смертность в группах хирургического вмешательства и лечения антибиотиками составила 16,7 и 37,4% ($p < 0,05$) [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для определения тактики хирургического лечения дегенеративных пороков аортального клапана в условиях современных реалий с развитием и широким доступом эндоваскулярных пособий необходимо придерживаться точки зрения прагматичности, когда цель и средства должны быть оправданы. В эпоху насыщенного информационного потока и осведомленности пациентов необходимо четко определять показания к выбору метода. Выполнение TAVI должно осуществляться в передовых центрах для возможного устранения развившегося осложнения,

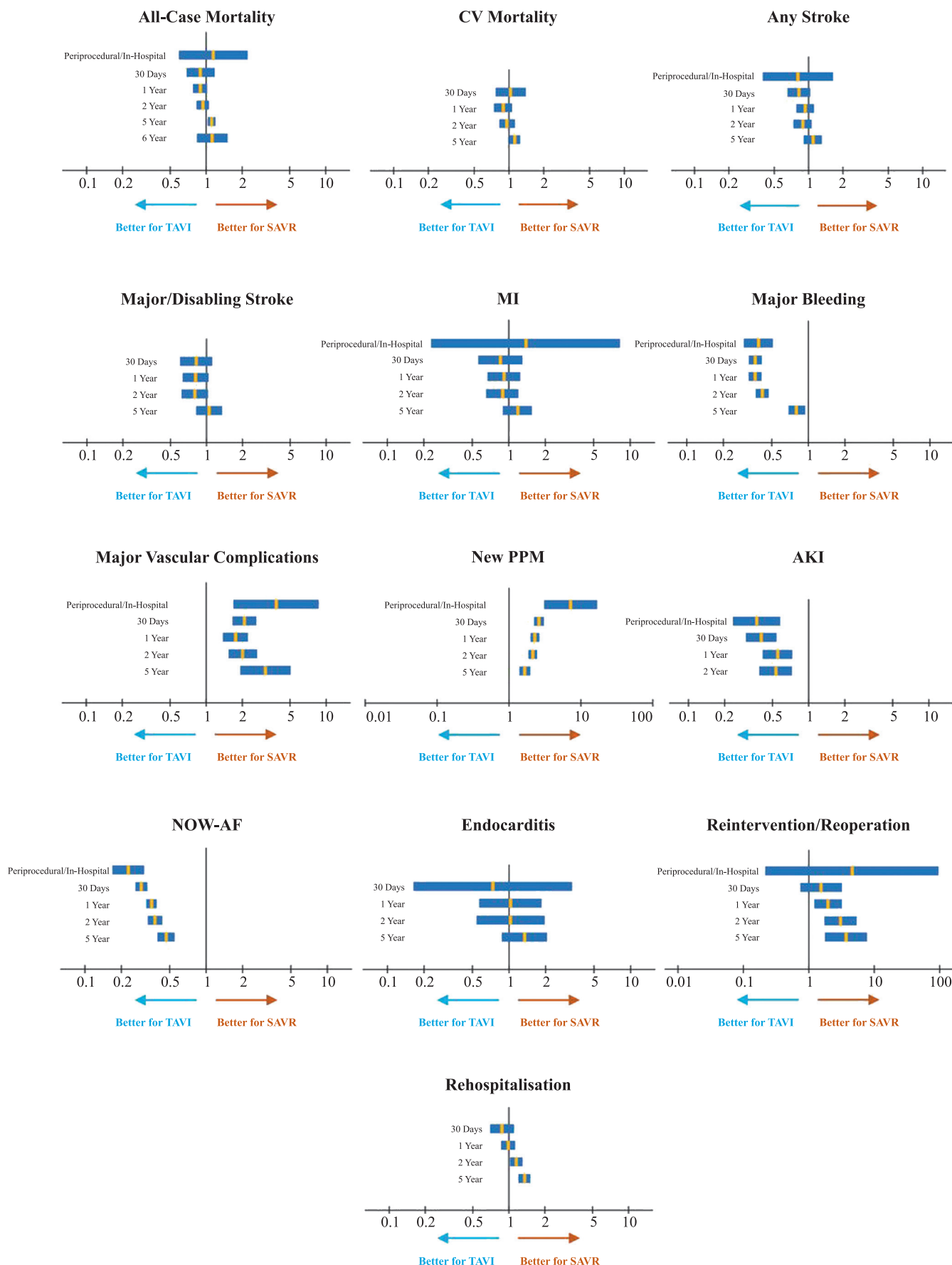


Рис. 8. Объединенные данные результатов РКИ [22]

Fig. 8. Data pooled from randomized controlled trials (RCT) results [22]

а принятие решения для выбора в пользу того или иного метода должно опираться на такие показатели, как долговечность протеза, ожидаемая продолжительность жизни, а не классический подход, опирающийся на современные шкалы стратификации риска и анатомические особенности.

Такие смертельные осложнения, как протезный эндокардит, у данной категории больных сопряжены с колоссальным риском летальности, однако только комбинация хирургического лечения и консервативная терапия могут предоставить прогнозируемый результат и возможность излечения.

Авторы заявляют об отсутствии

конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017 Sep 21; 38 (36): 2739–2791. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx391>.
2. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Guyton RA et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2014 Jun 10; 63 (22): e57–e185; doi: 10.1016/j.jacc.2014.02.536.
3. Culler SD, Cohen DJ, Brown PP, Kugelmass AD, Reynolds MR, Ambrose K et al. Trends in Aortic Valve Replacement Procedures Between 2009 and 2015: Has Transcatheter Aortic Valve Replacement Made a Difference? *Ann Thorac Surg*. 2018 Apr; 105 (4): 1137–1143. doi: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2017.10.057>.
4. Amat-Santos IJ, Messika-Zeitoun D, Eltchaninoff H, Kapadia S, Lerakis S, Cheema AN et al. Infective endocarditis after transcatheter aortic valve implantation: results from a large multicenter registry. *Circulation*. 2015 May 5; 131 (18): 1566–1574. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014089. PMID: 25753535.
5. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2016 Apr 28; 374 (17): 1609–1620. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1514616>.
6. Adams DH, Popma JJ, Reardon MJ, Yakubov SJ, Coselli JS, Deeb GM et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N Engl J Med*. 2014 May 8; 370 (19): 1790–1798. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1400590>.
7. Thyregod HG, Steinbrüchel DA, Ihlemann N, Nissen H, Kjeldsen BJ, Petursson P et al. Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Patients With Severe Aortic Valve Stenosis: 1-Year Results From the All-Comers NOTION Randomized Clinical Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2015 May 26; 65 (20): 2184–2194. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.03.014>.
8. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*. 2011 Jun 9; 364 (23): 2187–2198. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1103510>.
9. Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, Kleiman NS, Søndergaard L, Mumtaz M et al. Surgical or transcatheter aortic-valve replacement in intermediate-risk patients. *N Engl J Med*. 2017 Apr 6; 376 (14): 1321–1331. doi: 10.1056/NEJMoa1700456.
10. de Buhr W, Pfeifer S, Slotta-Huspenina J, Wintermantel E, Lutter G, Goetz WA. Impairment of pericardial leaflet structure from balloon-expanded valved stents. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012 Jun; 143 (6): 1417–1421. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2011.11.001>.
11. Amahzoune B, Bruneval P, Allam B, Lafont A, Fabiani JN, Zegdi R. Traumatic leaflet injury during the use of percutaneous valves: a comparative study of balloon-and self-expandable valved stents. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2013 Mar; 43 (3): 488–493. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs359>.
12. Alavi SH, Groves EM, Kheradvar A. The effects of transcatheter valve crimping on pericardial leaflets. *Ann Thorac Surg*. Apr; 97 (4): 1260–1266. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.11.009.
13. Del Trigo M, Muñoz-Garcia AJ, Wijeyesundera HC, Nombela-Franco L, Cheema AN, Gutierrez E et al. Incidence, Timing, and Predictors of Valve Hemodynamic Deterioration After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Multicenter Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2016 Feb 16; 67 (6): 644–655. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.10.097>.
14. Bonow RO, Brown AS, Gillam LD, Kapadia SR, Kavinsky CJ, Lindman BR et al. ACC/AATS/AHA/ASE/EACTS/HVS/SCA/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2017 appropriate use criteria for the treatment of patients with severe aortic stenosis: a report of the American College of cardiology appropriate use criteria Task force, American association for thoracic surgery, American heart association, American Society of echocardiography, European association for Cardio-Thoracic surgery, heart valve Society, society of cardiovascular Anesthesiologists, Society for cardiovascular angiography and interventions, society of cardiovascular computed tomography, Society for cardiovascular magnetic resonance, and society of thoracic surgeons. *J Am Soc Echocardiogr*. 18 Feb; 31 (2): 117–147. doi: 10.1016/j.echo.2017.10.020.
15. Barili F, Freemantle N, Pillozzi Casado A, Rinaldi M, Folliguet T, Musumeci F et al. Mortality in trials on transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement: a pooled meta-analysis of Kaplan–Meier-derived individual patient data. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2020 Aug 1; 58 (2): 221–229. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa087>.
16. Wang D, Huang L, Zhang Y, Cheng Z, Zhang X, Ren P et al. Transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement for treatment of severe aortic stenosis: comparison of results from randomized controlled trials and real-world data. *Braz J Cardiovasc Surg*.

- 2020 Jun 1; 35 (3): 346–367. doi: 10.21470/1678-9741-2019-0288. PMID: 32549107; PMCID: PMC7299574.
17. Weintrob AC, Roediger MP, Barber M, Summers A, Fieberg AM, Dunn J et al. Natural history of colonization with gram-negative multidrug-resistant organisms among hospitalized patients. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2010 Apr; 31 (4): 330–337. doi: 10.1086/651304. PMID: 20175687. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20175687>.
 18. Gallouche M, Barone-Rochette G, Pavese P, Bertrand B, Vanzetto G, Bouvaist H et al. Incidence and prevention of infective endocarditis and bacteraemia after transcatheter aortic valve implantation in a French university hospital: a retrospective study. *J Hosp Infect*. 2018 May; 99 (1): 94–97. doi: 10.1016/j.jhin.2017.11.013. PMID: 29191610. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29191610>.
 19. Martínez-Sellés M, Bouza E, Díez-Villanueva P, Valerio M, Fariñas MC, Muñoz-García AJ et al. Incidence and clinical impact of infective endocarditis after transcatheter aortic valve implantation. *EuroIntervention*. 2016 Feb; 11 (10): 1180–1187. doi: 10.4244/EIJY15M02_05. PMID: 25671426. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25671426>.
 20. Regueiro A, Linke A, Latib A, Ihlemann N, Urena M, Walther T et al. Association between transcatheter aortic valve replacement and subsequent infective endocarditis and in-hospital death. *JAMA*. 2016 Sep 13; 316 (10): 1083–1092. doi: 10.1001/jama.2016.12347. PMID: 27623462. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27623462>.
 21. Tinica G, Tarus A, Enache M, Artene B, Rotaru I, Băcșușca A, Burlacu A. Infective endocarditis after TAVI: a meta-analysis and systematic review of epidemiology, risk factors and clinical consequences. *Rev Cardiovasc Med*. 2020 Jun 30; 21 (2): 263–274. doi: 10.31083/j.rcm.2020.02.68. PMID: 32706214.
 22. Swift SL, Puehler T, Misso K, Lang SH, Forbes C, Kleijnen J et al. Transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2021 Dec 6; 11 (12): e054222. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-054222>.
- Статья поступила в редакцию 14.06.2023 г.*
The article was submitted to the journal on 14.06.2023