

Научные обзоры / Scientific reviews



© СТОЛБИКОВ Ю. Ю., МАТЮШИН Г. В., ПРОТОПОПОВ А. В., САМОХВАЛОВ Е. В.

УДК 616.126.52-089-06:616.12-008.318

DOI: 10.20333/25000136-2023-3-5-11

Нарушения внутрисердечной проводимости после оперативного вмешательства на аортальном клапане

Ю. Ю. Столбиков¹, Г. В. Матюшин^{1,2}, А. В. Протопопов³, Е. В. Самохвалов⁴

¹Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация

²Красноярская краевая клиническая больница, Красноярск 660022, Российская Федерация

Резюме. Традиционное хирургическое протезирование аортального клапана является «золотым стандартом» лечения пациентов с аортальным стенозом. Транскатетерная имплантация аортального клапана является альтернативным методом лечения таких пациентов. В статье рассматривается вопрос о нарушении проводимости у пациентов с пороками аортального клапана. Ввиду широкого распространения данного типа поражения клапанного аппарата сердца и высокого риска осложнений и летальности эта патология является актуальной проблемой современной кардиологии. Приведены данные ретроспективной оценки частоты и характера нарушения проведения, как при протезировании аортального клапана хирургическим методом, так и при транскатетерной имплантации аортального клапана. Наиболее частым осложнением после операции было нарушение ритма по типу атриовентрикулярной блокады II-III ст., в том числе требующая имплантации постоянного водителя ритма. Также нарушения проведения зависели от использования вида протеза, а блокады ножек пучка Гиса (БПВЛНПГ, БПНПГ, БЛНПГ) являлись независимым предиктором летальности.

Ключевые слова: аортальный клапан, аортальный стеноз, протезирование аортального клапана, транскатетерная имплантация аортального клапана, TAVI, нарушения ритма сердца, осложнения.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Столбиков ЮЮ, Матюшин ГВ, Протопопов АВ, Самохвалов ЕВ. Нарушения внутрисердечной проводимости после оперативного вмешательства на аортальном клапане. *Сибирское медицинское обозрение.* 2023;(3):5-11. DOI: 10.20333/25000136-2023-3-5-11

Intracardiac conduction disturbances after surgical intervention on the aortic valve

Yu. Yu. Stolbikov¹, G. V. Matyushin^{1,2}, A. V. Protopopov³, E. V. Samokhvalov⁴

¹Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

²Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

Abstract. Traditional surgical aortic valve replacement is the «gold standard» for the treatment of patients with aortic stenosis. Transcatheter aortic valve implantation is an alternative treatment for these patients. The article deals with the issue of conduction disorders in patients with aortic valve defects. Due to the wide distribution of this type of lesion of the valvular apparatus of the heart and the high risk of complications and mortality, this pathology is an urgent problem of modern cardiology. The data of a retrospective assessment of the frequency and nature of conduction disorders, both in surgical aortic valve replacement and in transcatheter aortic valve implantation, are presented. The most common complication after surgery was arrhythmia in the form of stage II-III atrioventricular block, including those requiring implantation of a permanent pacemaker. Also, conduction disorders depended on the type of prosthesis used, and bundle branch blockades (left anterior fascicular block, RBBB, LBBB) were an independent predictor of mortality.

Key words: aortic valve, aortic stenosis, aortic valve replacement, transcatheter aortic valve implantation, TAVI, cardiac arrhythmias, complications.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Citation: Stolbikov YuYu, Matyushin GV, Protopopov AV, Samokhvalov EV. Intracardiac conduction disturbances after surgical intervention on the aortic valve. *Siberian Medical Review.* 2023;(3):5-11. DOI: 10.20333/25000136-2023-3-5-11

Пороки аортального клапана, в том числе аортальный стеноз, в настоящее время занимает лидирующее место, как наиболее распространенное, первичное заболевание клапанов сердца, требующее оперативного вмешательства. В западных странах, учитывая прогрессивное старение населения, данная патология увеличивается в геометрической прогрессии [1,2,3]. Причиной возникновения данного порока может быть: врожденная патология, возрастные изменения дегенеративного характера, а также ревматическое поражение аортального клапана.

Клинические проявления (одышка при физической нагрузке, слабость, боль в груди) могут наблюдаться длительный период, вплоть до 20 лет, что неизбежно связано с прогрессирующим течением данного заболевания, характеризующимся неблагоприятным прогнозом, смерть при этой патологии составляет более 90% в течение нескольких лет от начала симптоматики [4].

Традиционная замена аортального клапана хирургическим методом является методом выбора в лечении пациентов с симптоматическим тяжелым аортальным

стенозом, позволяющая улучшить прогноз, повлиять на продолжительность и качество жизни [5,6].

Наиболее важным вопросом при хирургической замене аортального клапана является тип протеза искусственного клапана. В современных рекомендациях четко определены критерии выбора биологических и механических протезов. Показателем правильного выбора протеза является градиент давления на аортальном клапане и эффективная площадь отверстия, которая отражает гидродинамическую и функциональную характеристику искусственного протеза. Индекс эффективной площади отверстия менее $0,65 \text{ см}^2/\text{м}^2$, говорит о несоответствии выбранного протеза, тем самими увеличивает общую летальность. Поэтому предварительная оценка протезного несоответствия занимает основное место при протезировании аортального клапана. С целью улучшения исходов протезирования используют модифицированные модели протезов (клапаны с редуцированной манжетой, бескаркасные биологические клапаны, аллографты и т.д.), и различные хирургические технологии (супрааннулярная имплантация, пластика корня аорты) [7].

Пациенты с критическим аортальным стенозом, имеющие тяжелую коморбидную патологию, не являются кандидатами для хирургической замены клапана, а должны быть рассмотрены на предмет эндоваскулярного вмешательства [8, 9].

Современные эндоваскулярные клапанные протезы показали свою эффективность в различных рандомизированных исследованиях, выполненными ведущими клиниками Европы и США. Оперативное лечение осуществлялось через бедренные сосуды, артерию или вену в зависимости от того, в какую полость сердца нужно проникнуть [10]. Модели клапанов разделены на 2 основные группы в зависимости от техники имплантации: саморасширяющиеся/механически расширяемые (SEV) и протезы, расширяемые баллоном (BEV) [11].

При аортальных пороках нередко возникают нарушения ритма и проводимости, которые также могут приводить к усугублению состояния и синкопальным приступам. Считается, что тяжесть нарушений ритма тесно коррелирует с систолической дисфункцией миокарда и не зависит от этиологии клапанного стеноза и величины градиента. В отличие от хирургической замены клапана при транскатетерной замене аортального клапана (TAVR) отмечается большая частота новых нарушений сердечного ритма и нарушения проводимости, таких как атриовентрикулярная блокада (АВ) и блокада ножек пучка Гиса [12]. Так же стоит отметить, что имплантация кардиостимулятора наблюдается чаще при саморасширяющимся TAVR, примерно 7,8–20,3% [2,13, 14, 15, 16].

Основным нарушением ритма после имплантации TAVR является фибрилляция предсердий (ФП) [2, 17]. В крупном мета-анализе, объединившем 65 исследований (более 43 тысяч пациентов), были получены сведения о впервые возникшей фибрилляции предсердий после TAVR в 11% случае в стационаре и

14% через 12 месяцев наблюдения, что вероятнее всего связано с ишемией, кровоизлиянием, отеком или травмой во время или после процедуры и системной воспалительной реакцией. Так же было выявлено, что при хирургическом протезировании ФП возникает от 15 до 45% [18, 19, 20].

В большинстве исследований выявлены атриовентрикулярные блокады высокой степени и впервые возникшие блокады левой ножки пучка Гиса после TAVR, в последствии потребовавшие имплантации постоянного электрокардиостимулятора (ЭКС) [21, 22, 23, 24].

Ряд авторов считают, что межпредсердная блокада это предшественник ФП, инсульта и смерти в определенных клинических ситуациях [25, 26].

В систематическом обзоре, состоящим из 37 исследований, проводилась оценка предикторов, связанных с повышенным риском нарушения проводимости после TAVR и риском имплантации постоянной ЭКС.

В качестве возможных предикторов оценивались следующие факторы: возраст, пол (мужской), артериальная гипертензия, сахарный диабет, исходная частота сердечных сокращений, предшествовавшая операция на аортальном клапане, чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, ФП, блокада правой ножки пучка Гиса (БПНПГ), блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ), левая передняя фасцикулярная блокада, атриовентрикулярная блокада, включая все три степени, исходная задержка межжелудочковой проводимости, изменение продолжительности QRS после TAVR, увеличение размера межжелудочковой перегородки, кальцификация правой и левой коронарных створок, тип используемого клапана, SEV по сравнению с BEV. Оценка предоперационного риска оценивалась по логистической шкале EuroSCORE или STS-PROM, АВ блокады после процедуры, размер клапана/кольца, глубина введения имплантата в желудочек, а также баллонная дилатация до и после TAVR [13].

Проводимые исследования были наблюдательными и включали более 71 тысячи пациентов. Нарушения проводимости после TAVR возникали в 22% случаев. Возрастной показатель участников был в пределах 76–84 года, женщины составляли 52%. В семи исследованиях авторы не оценивали предоперационный риск. [27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34]. Так же исследования были разделены по виду используемого протеза SEV в 17 или BEV в 9 соответственно исследованиях. В результате систематического анализа были выделены 54 различных предиктора, связанных с нарушением проведения после TAVR. Из наиболее значимых для прогноза заболевания были: возраст, мужской пол, наличие сахарного диабета, блокада ветви правого пучка Гиса, наличие исходно АВ-блокады, развившаяся после процедуры блокада АВ-проведения, левая передняя фасцикулярная блокада, кальцификация путей оттока левого желудочка (левая коронарная артерия), саморасширяющийся клапан в сравнении с баллонным расширяющимся клапаном, размер клапана, предоперационная и послеоперационная баллонная дилатация, глубина имплантации протеза.

Итак, риск имплантации ЭКС после TAVR увеличился с возрастом, с наличием сахарного диабета и чаще у мужчин. Сопутствующая патология (артериальная гипертензия, хроническая обструктивная болезнь легких), а также чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) не оказали никакого влияния на данные риски. Наличие БПНПГ и АВ блокады до имплантации TAVR до 82% увеличивали потребность в ЭКС. У пациентов с фибрилляцией предсердий, в сочетании с БЛНПГ, не было продемонстрировано влияния этих нарушений ритма и проводимости на прогноз заболевания.

Наиболее достоверными предикторами в развитии нарушения проводимости оказался большой объем кальция, находящегося в выходном отделе левого желудочка, точнее ниже левой коронарной створки и некоронарной створки, глубина имплантации протеза, которая включает в себя размер клапана или кольца, баллонная дилатация до и после процедуры. Размер межжелудочковой перегородки, развитие АВ блокады после выполнения процедуры TAVR не оказались значимыми предикторами.

В крупном метаанализе К. С. Siontis et al. также выявлен ряд предикторов развития нарушения проводимости, такие как дефекты при раскрытии клапана, наличие фарфоровой аорты, а также подтверждены вышеуказанные показатели [35].

По данным крупных многоцентровых исследований и метаанализов этих исследований выявлено, что для уменьшения частоты риска имплантации постоянного ЭКС необходимо наличие оптимального размера клапана и его определение является ключевым в предоперационной подготовке. Несоответствие размеров клапана и кольца приведет к различным осложнениям после TAVR [36].

Очередным исследованием, доказывающим высокое бремя аритмий, явилось проспективное многоцентровое исследование, где пациентам после TAVR с клапанной системой S3 и развитием БЛНПГ имплантировалась система Reveal ICM XT или LINQ (Medtronic, Миннеаполис, Миннесота). Считывание информации с устройств проводилось через 1, 3, 6, 9 и 12 месяцев наблюдения [37]. В результате оценивалась частота развития атриовентрикулярной блокады различной степени и частота аритмий, приведших к изменению лечения через 12 месяцев. У двух пациентов 1,9% возникла внезапная сердечная смерть. Из развившихся нарушений проводимости более 65% приходилось на БЛНПГ как через 30 дней наблюдения, так и через 12 месяцев. Полное восстановление проводимости произошло у 27% пациентов через 30 дней и у 30% через 12 месяцев соответственно. У 10% пациентов развивалась брадиаритмия в течение месяца, что потребовало имплантации ЭКС. В 20% случаев возникали новые эпизоды ФП.

На сегодняшний день при TAVR используются, как указано выше, два вида клапанов. У пациентов с имплантируемыми SEV увеличиваются риски имплантации постоянного ЭКС, так как имеется разница в конструкции стента и силы, оказываемой стентом на проводящую ткань. Технологии не стоят на месте и

баллонрасширяющие клапаны представлены новым поколением S3, а саморасширяющие новой системой Evolut R. При сравнении данных систем в крупном метаанализе, включающем 12 381 пациента, Vlastra et al., выявили, что при BEV нового поколения реже возникает потребность в имплантации постоянного ЭКС по сравнению с SEV нового поколения (S3: 8,9% по сравнению с Evolut: 18,1%), объясняется тем, что у клапанов S3 более длинный каркас стента и как следствие уменьшение параклапанной утечки, отсюда и снижение частоты этого осложнения [13, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34].

В результате проведенных исследований и по данным метаанализов, можно сделать вывод, что основными нарушениями после имплантации TAVR по ЭКГ являются удлинение интервала PR, увеличение комплекса QRS, впервые возникшая БЛНПГ. Данные нарушения были зарегистрированы у пациентов через 6 месяцев после эндоваскулярного протезирования аортального клапана (AoK) и имели закономерную динамику к улучшению через 12 месяцев. Несомненно, глубина имплантации клапана являлась одним из основных предикторов нарушения проводимости.

У больных с врожденной АВ блокадой в сочетании с межпредсердной блокадой выявлена большая частота развития ФП, ухудшающей межпредсердную проводимость [39]. Многие авторы считают, что наличие АВ блокады I степени сопоставимо с увеличением риска неблагоприятного исхода [25, 39] в определенных клинических состояниях (СН, острый коронарный синдром, стрессовая кардиомиопатия, ишемический инсульт) [25, 39, 40]. Данные выводы подтверждают наличие вышеуказанных нарушений в когорте пациентов перенесших TAVR.

Что касается хирургической замены аортального клапана, проводились ряд исследований, где так же регистрировались различные нарушения проводимости после оперативного лечения и изучались сроки возникновения данных нарушений [41]. Все оперативные вмешательства проводились в традиционных условиях (срединная стернотомия, искусственное кровообращение, гипотермия, остановка сердца). Из большой выборки пациентов, окончательно проанализированы 174 человека, подвергшиеся хирургическому лечению по замене AoK. Полученные результаты свидетельствуют о нескольких основных составляющих. Примерно у 10% пациентов встречалась AV-блокада, которая регрессировала спонтанно в послеоперационном периоде в течение 10-ти суток. БЛНПГ, БПНПГ регистрировались у 40% пациентов в послеоперационном периоде, и в 66% случаев наблюдалось спонтанное восстановление синусового ритма начиная с 12-х суток. У 21% пациентов развитие вышеуказанных блокад происходило в поздний послеоперационный период.

По мнению ряда авторов, имплантация постоянного ЭКС выполняется в первые 14 суток после хирургического протезирования AoK. Их оппоненты высказывают мнение об увеличении длительности наблюдения за такими больными, поскольку высоки шансы спонтанного восстановления ритма. П. Фогт с соавт.

Частота развития нарушений внутрисердечной проводимости после оперативного лечения на аортальном клапане эндоваскулярным методом TAVR и хирургической замены АК

Frequency of intracardiac conduction abnormalities after surgical treatment of the aortic valve by endovascular TAVR and surgical AC replacement

Нарушение проведения	TAVR	Протезирование AoK	Источник
ПБЛНПГ	6% - 29%	4%	30 исследований, 7792 пациента (12 исследований) и 42 927 пациентов (12 исследований) и 42 927 пациентов (21 исследование) ПЛНПГ и ПЭКС. Исследования FOUNDATION и MISSION (17, 37, 42)
ПБПНПГ	2,7% - 3,7%	2,5% - 3,6%	Данные 167 пациентов Сеульской больницы (41, 22, 43, 44)
ЖЭС/НЖЭ	10,4% - 12,3%	нет данных	(35, 46)
ФП/ТП	6,8% - 30,2%	3,1% - 19,2%	Исследования TRANSFORM. Метаанализ Vlastra et al. (2, 13, 19, 22, 37, 42, 44)
АВ блокада III ст. /ПЭКС.	9,1% - 25,9%	3,9% - 8,6%	924 пациента (256 с TAVR и 668 протезирование клапана). Данные обработки базы данных за 9 лет во Франции: 49 201 пациент с аортальным стенозом, прошедший TAVR. Метаанализ 41 исследования, включавшего 11 210 Сионтис (Siontis) и его коллеги (2, 13, 15, 22, 24, 35, 37, 41, 45)
АВ I ст	8% - 9,1%	6,8% - 23,1%	(2, 23, 41)
АВ II ст.	4,5% - 6,3%	5,7%	(41, 42)

Примечание: ПБЛНПГ- полная блокада левой ножки пучка Гиса, ПБПНПГ – полная блокада правой ножки пучка Гиса, ЖЭС- желудочковая экстрасистолия, НЖЭ – наджелудочковая экстрасистолия, ФП – фибрилляция предсердий, ТП -трепетания предсердий, АВ блокада – атриовентрикулярная блокада, ПЭКС – постоянный электрокардиостимулятор, () – источник литературы.

Note: CLBBB - complete left bundle branch block, CRBBB - complete right bundle branch block, VES - ventricular extrasystole, SVE - supraventricular extrasystole, AF - atrial fibrillation, AF - atrial flutter, AV block - atrioventricular block, PPM - permanent pacemaker, () - literature source.

продемонстрировали снижение частоты зависимости от кардиостимулятора через определенный промежуток времени и эти показатели составили 92%, 80%, 49,4% и 32,3% через 1, 2, 4 и 5 лет соответственно. Возникновение новых БЛНПГ и БПНПГ после хирургической замены аортального клапана имеют диагностическую ценность, поскольку приводят к снижению и потере желудочковой синхронности и ухудшают функции желудочков в дальнейшем периоде [42, 43, 44, 45, 46].

Сравнительные данные по частоте развития нарушений внутрисердечной проводимости после операции хирургическим и эндоваскулярным методом представлены в таблице.

На сегодняшний день нет четких данных о взаимосвязи формирования нарушения проводимости у пациентов после TAVR, по сравнению с хирургическим протезированием аортального клапана, и развитием первичных конечных точек (смерть от всех причин или инвалидизирующий инсульт), что чрезвычайно важно в отношении прогноза и требует проведения дальнейших исследований.

Литература / References

1. Сокольская МА, Шварц ВА, Испирян АЮ, Петросян АД, Пасхалов ИД, Абгарян АА, Александрова МЛ, Бокерия ОЛ, Бокерия ЛА. Предикторы развития

послеоперационной фибрилляции предсердий после протезирования аортального клапана у пациентов с аортальной недостаточностью. *Annals of Aritmology*. 2020;17 (4):220-231. [Sokolskaya MA, Schwartz VA, Ispiryan AYU, Petrosyan AD, Paskhalov ID, Abgaryan AA, Aleksandrova ML, Bokeria OL, Bokeria LA. Predictors of postoperative atrial fibrillation after aortic valve replacement in patients with aortic insufficiency. *Annaly Aritmologii*. 2020;17(4):220-231. (In Russian)] DOI: 10.15275

2. Manuel AM, Almeida J, Guerreiro C, Dias T, Barbosa A, Teixeira P, Ribeiro J, Dias A, Caeiro D, Fonseca M, Teixeira M, Oliveira M, Gonçalves H, Primo J, Rodrigues A, Gama V, Braga P, Fontes-Carvalho R. The effects of transcatheter aortic valve implantation on cardiac electrical properties. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2020;39(8):431-440. English, Portuguese. DOI: 10.1016/j.repc.2020.02.011

3. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, Jung B, Lancellotti P, Lansac E, Rodriguez Muñoz D, Rosenhek R, Sjögren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano JL; ESC Scientific Document Group. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European Heart Journal*. 2017;38(36):2739-2791. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx391

4. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Fleisher LA, Jneid H, Mack MJ, McLeod CJ, O'Gara PT, Rigolin VH, Sundt TM 3rd, Thompson A. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2017;135(25):1159-1195. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000503
5. Lam KY, Timmermans N, Akca F, Tan E, Verberkmoes NJ, de Kort K, Soliman-Hamad M, van Straten AHM. Recovery of conduction disorders after sutureless aortic valve replacement. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2021;32(5):703-710. DOI: 10.1093/icvts/ivaa335
6. Nazif TM, Chen S, George I, Dizon JM, Hahn RT, Crowley A, Alu MC, Babaliaros V, Thourani VH, Herrmann HC, Smalling RW, Brown DL, Mack MJ, Kapadia S, Makkar R, Webb JG, Leon MB, Kodali SK. New-onset left bundle branch block after transcatheter aortic valve replacement is associated with adverse long-term clinical outcomes in intermediate-risk patients: an analysis from the PARTNER II trial. *European Heart Journal*. 2019;40(27):2218-2227. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz227
7. Белов ЮВ, Салагаев ГИ, Лысенко АВ, Леднев П.В. Протезирование аортального клапана. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2017;(11):56-59. [Belov IuV, Salagaev GI, Lysenko AV, Lednev PV. How do I do it: aortic valve replacement. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2017;(11):56-59. (In Russian)] DOI:10.17116/hirurgia20171156-59
8. Stankowski T, Mangner N, Linke A, Aboul-Hassan SS, Gąsior T, Muehle A, Herwig V, Harnath A, Salem M, Szłapka M, Grimmig O, Just S, Fritzsche D, Perek B. Cardiac conduction abnormalities in patients with degenerated bioprostheses undergoing transcatheter aortic valve-in-valve implantations and their impact on long-term outcomes. *International Journal of Cardiology*. 2021;(330):16-22. DOI: 10.1016/j.ijcard.2021.02.029
9. Falk V, Baumgartner H, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Muñoz DR, Rosenhek R, Sjögren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano JL, Roffi M, Alfieri O, Agewall S, Ahlsson A, Barbato E, Bueno H, Collet JP, Coman IM, Czerny M, Delgado V, Fitzsimons D, Folliguet T, Gaemperli O, Habib G, Harringer W, Haude M, Hindricks G, Katus HA, Knuuti J, Kolh P, Leclercq C, McDonagh TA, Piepoli MF, Pierard LA, Ponikowski P, Rosano GMC, Ruschitzka F, Shlyakhto E, Simpson IA, Sousa-Uva M, Stepinska J, Tarantini G, Tchétché D, Aboyans V. Corrigendum to '2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery : Official Journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 2017;52(4):616-664. DOI: 10.1093/ejcts/ezx363
10. Нуртуган МН, Мусалим ИК. Транскатетерное эндоваскулярное (внутрисосудистое) протезирование аортального клапана. *Аллея науки*. 2021;11(62):488-493. [Nurtugan MN, Musalim IK. Transcatheter endovascular (intravascular) aortic valve replacement. *Alley of Science*. 2021;11(62):488-493. (In Russian)]
11. Vicent L, Fernández-Cordón C, Nombela-Franco L, Escobar-Robledo LA, Ayesta A, Ariza Solé A, Gómez-Doblas JJ, Bernal E, Tirado-Conte G, Cobiella J, González-Saldivar H, López-Otero D, Díez-Villanueva P, Sarnago F, Armario X, Bayés-de-Luna A, Martínez-Sellés M; Baseline Interatrial Block and Transcatheter Aortic Valve Implantation (BIT) Registry Investigators. Baseline ECG and Prognosis After Transcatheter Aortic Valve Implantation: The Role of Interatrial Block. *Journal of the American Heart Association*. 2020;9(22):017. DOI: 10.1161/JAHA.120.017624
12. Seto AH, Kern MJ. Every TAVR deserves a cardiac implantable electronic device specialist. *Catheterization and Cardiovascular Interventions : Official Journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2019;93(3):200-201. DOI: 10.1002/ccd.28000
13. Mahajan S, Gupta R, Malik AH, Mahajan P, Aedma SK, Aronow WS, Mehta SS, Lakkireddy DR. Predictors of permanent pacemaker insertion after TAVR: A systematic review and updated meta-analysis. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2021;32(5):1411-1420. DOI: 10.1111/jce.14986
14. Vlastra W, Chandrasekhar J, Muñoz-Garcia AJ, Tchétché D, de Brito FS Jr, Barbanti M, Kornowski R, Latib A, D'Onofrio A, Ribichini F, Baan J, Tijssen JGP, Trillo-Nouche R, Dumonteil N, Abizaid A, Sartori S, D'Errigo P, Tarantini G, Lunardi M, Orvin K, Pagnesi M, Del Valle R, Modine T, Dangas G, Mehran R, Piek JJ, Delewi R. Comparison of balloon-expandable vs. self-expandable valves in patients undergoing transfemoral transcatheter aortic valve implantation: from the CENTER-collaboration. *European Heart Journal*. 2019;40(5):456-465. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy805
15. Carroll JD, Mack MJ, Vemulapalli S, Herrmann HC, Gleason TG, Hanzel G, Deeb GM, Thourani VH, Cohen DJ, Desai N, Kirtane AJ, Fitzgerald S, Michaels J, Krohn C, Masoudi FA, Brindis RG, Bavaria JE. STS-ACC TVT Registry of Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020;76(21):2492-2516. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.09.595
16. Auffret V, Puri R, Urena M, Chamandi C, Rodriguez-Gabella T, Philippon F, Rodés-Cabau J. Conduction disturbances after transcatheter aortic valve replacement: Current status and future perspectives. *Circulation*. 2017;136(11):1049-1069. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.028352
17. Siontis GCM, Praz F, Lanz J, Vollenbroich R, Roten L, Stortecky S, Räber L, Windecker S, Pilgrim T. New-onset arrhythmias following transcatheter aortic valve implantation: a systematic review and meta-analysis. 2018;104(14):1208-1215. DOI: 10.1136/heartjnl-2017-312310
18. Jørgensen TH, Thyregod HG, Tarp JB, Svendsen JH, Søndergaard L. Temporal changes of new-onset atrial fibrillation in patients randomized to surgical or transcatheter aortic valve replacement. *International Journal of Cardiology*. 2017; (234):16-21. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.02.098

19. Pessoa-Amorim G, Mancio J, Vouga L, Ribeiro J, Gama V, Bettencourt N, Fontes-Carvalho R. Impaired left atrial strain as a predictor of new-onset atrial fibrillation after aortic valve replacement independently of left atrial size. *Revista Española de Cardiología (English edition)*. 2018;71(6):466-476. English, Spanish. DOI: 10.1016/j.rec.2017.10.005
20. Almeida JG, Ferreira SM, Fonseca P, Dias T, Guerreiro C, Barbosa AR, Teixeira P, Carvalho M, Ferreira W, Ferreira ND, Oliveira M, Gonçalves H, Braga P, Ribeiro J, Primo J, Ribeiro VG. Association between implantation depth assessed by computed tomography and new-onset conduction disturbances after transcatheter aortic valve implantation. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*. 2017;11(5):332-337. DOI: 10.1016/j.jcct.2017.08.003
21. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Rodriguez Muñoz D, Rosenhek R, Sjögren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano JL. ESC Scientific Document Group. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *European Heart Journal*. 2017;38(36):2739-2791. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx391
22. Thourani VH, Kodali S, Makkar RR, Herrmann HC, Williams M, Babaliaros V, Smalling R, Lim S, Malaisrie SC, Kapadia S, Szeto WY, Greason KL, Kereiakes D, Ailawadi G, Whisenant BK, Devireddy C, Leipsic J, Hahn RT, Pibarot P, Weissman NJ, Jaber WA, Cohen DJ, Suri R, Tuzcu EM, Svensson LG, Webb JG, Moses JW, Mack MJ, Miller DC, Smith CR, Alu MC, Parvataneni R, D'Agostino RB Jr, Leon MB. Transcatheter aortic valve replacement versus surgical valve replacement in intermediate-risk patients: a propensity score analysis. *Lancet*. 2016;387(10034):2218-25. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30073-3
23. Manoharan G, Van Mieghem NM, Windecker S, Bosmans J, Bleiziffer S, Modine T, Linke A, Scholtz W, Chevalier B, Gooley R, Zeng C, Oh JK, Grube E. 1-Year Outcomes With the Evolut R Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve: From the International FORWARD Study. *JACC Cardiovascular Interventions*. 2018;11(22):2326-2334. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.07.032
24. van Gils L, Tchetché D, Lhermusier T, Abawi M, Dumonteil N, Rodriguez Olivares R, Molina-Martin de Nicolas J, Stella PR, Carrié D, De Jaegere PP, Van Mieghem NM. Transcatheter Heart Valve Selection and Permanent Pacemaker Implantation in Patients With Pre-Existent Right Bundle Branch Block. *Journal of the American Heart Association*. 2017;6(3):005-028. DOI: 10.1161/JAHA.116.005028
25. Martín-Demiguel I, Núñez-Gil I, Pérez-Castellanos A, Vedia O, Uribarri A, Durán-Cambra A, Martín-García A, Corbí-Pascual M, Guillén Marzo M, Martínez-Sellés M. Prevalence and Significance of Interatrial Block in Takotsubo Syndrome (from the RETAKO Registry). *The American Journal of Cardiology*. 2019;123(12):2039-2043. DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.03.028
26. Alexander B, Sadiq F, Azimi K, Glover B, Antiperovitch P, Hopman WM, Jaff Z, Baranchuk A. Reverse atrial electrical remodeling induced by cardiac resynchronization therapy. *Journal of Electrocardiology*. 2017;50(5):610-614. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2017.04.015
27. Mangieri A, Lanzillo G, Bertoldi L, Jabbour RJ, Regazzoli D, Ancona MB, Tanaka A, Mitomo S, Garducci S, Montalto C, Pagnesi M, Giannini F, Giglio M, Montorfano M, Chieffo A, Rodès-Cabau J, Monaco F, Paglino G, Della Bella P, Colombo A, Latib A. Predictors of advanced conduction disturbances requiring a late (≥ 48 H) permanent pacemaker following transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovascular Interventions*. 2018;11(15):1519-1526. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.06.014
28. De-Torres-Alba F, Kaleschke G, Vormbrock J, Orwat S, Radke R, Feurle M, Diller GP, Reinecke H, Baumgartner H. Delayed pacemaker requirement after transcatheter aortic valve implantation with a new-generation balloon expandable valve: Should we monitor longer? *International Journal of Cardiology*. 2018;(273):56-62. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.07.131
29. Tichelbäcker T, Bergau L, Puls M, Friede T, Mütze T, Maier LS, Frey N, Hasenfuß G, Zabel M, Jacobshagen C, Sossalla S. Insights into permanent pacemaker implantation following TAVR in a real-world cohort. *PLOS ONE*. 2018;13(10):204-503. DOI: 10.1371/journal.pone.0204503
30. Mauri V, Deuschl F, Frohn T, Schofer N, Linder M, Kuhn E, Schaefer A, Rudolph V, Madershahian N, Conradi L, Rudolph TK, Schäfer U. Predictors of paravalvular regurgitation and permanent pacemaker implantation after TAVR with a next-generation self-expanding device. *Journal of Clinical and Experimental Research in Cardiology*. 2018;107(8):688-697. DOI: 10.1007/s00392-018-1235-1
31. Kaneko H, Hoelschermann F, Seifert M, Tambor G, Okamoto M, Moeller V, Neuss M, Butter C. Predictors of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation for aortic stenosis using Medtronic new generation self-expanding CoreValve Evolut R. *Heart and Vessels*. 2019;34(2):360-367. DOI: 10.1007/s00380-018-1236-z
32. Pollari F, Großmann I, Vogt F, Kalisnik JM, Cuomo M, Schwab J, Fischlein T, Pfeiffer S. Risk factors for atrioventricular block after transcatheter aortic valve implantation: a single-centre analysis including assessment of aortic calcifications and follow-up. *Europace*. 2019;21(5):787-795. DOI: 10.1093/europace/euy316
33. Du F, Zhu Q, Jiang J, Chen H, Liu X, Wang J. Incidence and predictors of permanent pacemaker implantation in patients who underwent transcatheter aortic valve replacement: observation of a Chinese population. *Cardiology Journal*. 2020;145(1):27-34. DOI: 10.1159/000502792
34. Bisson A, Bodin A, Herbert J, Lacour T, Saint Etienne C, Pierre B, Clementy N, Deharo P, Babuty D, Fauchier L. Pacemaker implantation after balloon- or self-expandable transcatheter aortic valve replacement

in patients with aortic stenosis. *Journal of the American Heart Association*. 2020;9(9):015-86. DOI: 10.1161/JAHA.120.015896

35. Barbanti M. Early outcomes of the evolut R transcatheter aortic valve: a new technology between achieved goals and desirable improvements. *JACC Cardiovascular Interventions*. 2017;10(3):283-285. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.12.029

36. Vlastra W, Chandrasekhar J, Muñoz-García AJ, Tchétché D, de Brito FS Jr, Barbanti M, Kornowski R, Latib A, D'Onofrio A, Ribichini F, Baan J, Tijssen JGP, Trillo-Nouche R, Dumonteil N, Abizaid A, Sartori S, D'Errigo P, Tarantini G, Lunardi M, Orvin K, Pagnesi M, Del Valle R, Modine T, Dangas G, Mehran R, Piek JJ, Delewi R. Comparison of balloon-expandable vs. self-expandable valves in patients undergoing transfemoral transcatheter aortic valve implantation: from the CENTER-collaboration. *European Heart Journal*. 2019;40(5):456-465. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy805

37. Muntané-Carol G, Nombela-Franco L, Serra V, Urena M, Amat-Santos I, Vilalta V, Chamandi C, Lhermusier T, Veiga-Fernandez G, Kleiman N, Canadas-Godoy V, Francisco-Pascual J, Himbert D, Castrodeza J, Fernandez-Nofrerias E, Baudinaud P, Mondoly P, Campelo-Parada F, De la Torre Hernandez JM, Pelletier-Beaumont E, Philippon F, Rodés-Cabau J. Late arrhythmias in patients with new-onset persistent left bundle branch block after transcatheter aortic valve replacement using a balloon-expandable valve. *Heart Rhythm*. 2021;18(10):1733-1740. DOI: 10.1016/j.hrthm.2021.05.031

38. Bernal E, Bayés-Genís A, Ariza-Solé A, Formiga F, Vidán MT, Escobar-Robledo LA, Aboal J, Alcobero L, Guerrero C, Ariza-Segovia I, Hernández de Benito A, Vilardell P, Sánchez-Salado JC, Lorente V, Bayés de Luna A, Martínez-Sellés M. Interatrial block, frailty and prognosis in elderly patients with myocardial infarction. *Journal of Electrocardiology*. 2018;51(1):1-7. DOI: 10.1016/j.jelectrocard.2017.08.026

39. Bruña V, Velásquez-Rodríguez J, Valero-Masa MJ, Pérez-Guillem B, Vicent L, Díez-Delhoyo F, Devesa C, Sousa-Casasnovas I, Juárez M, Bayés de Luna A, Bayés-Genís A, Baranchuk A, Fernández-Avilés F, Martínez-Sellés M. Prognostic of interatrial block after an acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Cardiology Journal*. 2019;142(2):109-115. DOI: 10.1159/000499501

40. Baturova MA, Lindgren A, Shubik YV, Carlson J, Platonov PG. Interatrial block in prediction of all-cause mortality after first-ever ischemic stroke. *BMC Cardiovascular Disorders*. 2019;19(1):37. DOI: 10.1186/s12872-019-1015-5

41. Sohn SH, Kim KH, Kang Y, Kim JS, Choi JW. Recovery From Conduction Abnormalities After Aortic Valve Replacement Using Edwards Intuity. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2021;112(4):1356-1362. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2021.04.036

42. Coti I, Schukro C, Drevinja F, Haberl T, Kaidar A, Kocher A, Laufer G, Andreas M. Conduction disturbances

following surgical aortic valve replacement with a rapid-deployment bioprosthesis *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2021;162(3):803-811. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.01.083

43. Mogilansky C, Balan R, Deutsch C, Czesla M, Massoudy P. New postoperative conduction abnormalities after the implantation of a rapid-deployment aortic valve prosthesis. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2019;28(4):581-586. DOI: 10.1093/icvts/ivy307

44. Herry M, Laghnam D, Touboul O, Nguyen LS, Estagnasié P, Brusset A, Squara P. Pacemaker implantation after aortic valve replacement: rapid-deployment Intuity compared to conventional bioprostheses. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2020;58(2):335-342. DOI: 10.1093/ejcts/ezaa068

45. Andreas M, Coti I, Rosenhek R, Shabanian S, Mahr S, Uyanik-Uenal K, Wiedemann D, Binder T, Kocher A, Laufer G. Intermediate-term outcome of 500 consecutive rapid-deployment surgical aortic valve procedures. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2019;55(3):527-533. DOI: 10.1093/ejcts/ezy273

46. Sohn SH, Hwang HY. Permanent pacemaker implantation is never a benign complication after aortic valve replacement. *Journal of Thoracic Disease*. 2018;10(33):4080-4081. DOI: 10.21037/jtd.2018.09.107

Сведения об авторах

Столбиков Юрий Юрьевич, врач - кардиолог, Красноярская краевая клиническая больница; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3 А; тел.: +7(391)2280947; e-mail: stolbikov1989@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7145-7767>

Матюшин Геннадий Васильевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; Красноярская краевая клиническая больница, адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3 А; тел.: +7(391)2926157; e-mail: matyushin1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0150-6092>

Протопопов Алексей Владимирович, д.м.н., профессор, ректор, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; тел.: +7(391)2201395; e-mail: rector@krasgmu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5387-6944>

Самохвалов Евгений Владимирович, заведующий кардиологическим отделением №4, Красноярская краевая клиническая больница; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3 А; тел.: +7(391)2280947; e-mail: samokhvalov@medgorod.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1541-011X>

Author information

Yuri Y. Stolbikov, Cardiologist, Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital; Address: 3 A Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(391)2280947; e-mail: stolbikov1989@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7145-7767>

Gennady V. Matyushin, Head of the Department, Dr. Med. Sci., Professor, Professor V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital, Address: 3 A, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(391)2926157; e-mail: matyushin1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0150-6092>

Alexey V. Protopopov, Dr. Med. Sci., Professor, Rector, Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Address: 1 Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(391)2201395; e-mail: rector@krasgmu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5387-6944>

Eygeny V. Samokhvalov, Head of Cardiology Department № 4, Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital; Address: 3 A Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(391)2280947; e-mail: samokhvalov@medgorod.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1541-011X>

Дата поступления: 05.07.2022

Дата рецензирования: 19.01.2023

Принято к публикации: 25.05.2023

Received 05 July 2022

Revision Received 19 January 2023

Accepted 25 May 2023