

## Частота развития нарушений атриовентрикулярной проводимости и потребности в имплантации электрокардиостимулятора у пациентов после эндоваскулярного протезирования аортального клапана

Ю.Ю. Столбиков<sup>1</sup>, Г.В. Матюшин<sup>1,2</sup>, А.В. Протопопов<sup>2</sup>, Е.В. Самохвалов<sup>1</sup>,  
О.П. Ищенко<sup>1,2</sup>, В.О. Кобаненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Красноярская краевая клиническая больница

660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3а

<sup>2</sup> Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России

660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1

### Резюме

Цель исследования – оценка предикторов развития нарушения проводящей системы сердца, связанных с повышенным риском имплантации временного и постоянного кардиостимулятора после эндоваскулярного протезирования аортального клапана (TAVR). **Материал и методы.** Проведен анализ пациентов, которым выполнено оперативное лечение по замене аортального клапана эндоваскулярным методом лечения в КГБУЗ «Краевая клиническая больница» (г. Красноярск) с января 2018 г. по май 2023 г. Всего в исследование включено 157 человек. **Результаты и их обсуждение.** Выявлена связь между возникновением атриовентрикулярной блокады (АВБ) II–III степени, потребовавшей установки временного электрокардиостимулятора (вЭКС) и имплантации постоянного электрокардиостимулятора (пЭКС), с блокадой левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) и фибрилляцией предсердий (ФП) после имплантации TAVR. У 11 (13,3 %) пациентов после TAVR впервые выявлена АВБ II–III степени, у 22 (26,5 %) – БЛНПГ и у 11 (13,3 %) – ФП. Потребность во вЭКС при TAVR необходима была 35 (23,6 %) пациентам, 34 (23,0 %) больным он установлен в течение первых двух суток после оперативного вмешательства и одному (0,7 %) – по прошествии трех суток. По данным регрессионного анализа, выявлено шесть значимых факторов риска для вЭКС: БЛНПГ ( $p = 0,002$ ), ФП ( $p = 0,030$ ), АВБ I степени ( $p = 0,032$ ), возраст ( $p = 0,012$ ), женский пол ( $p = 0,033$ ) и острый инфаркт миокарда в анамнезе ( $p = 0,024$ ). Имплантация пЭКС выполнена семи (4,5 %) пациентам в период от 4-х по 20-е сутки, из них шести (85,7 %) – по причине полной АВБ и одному (14,3 %) – вследствие дисфункции синусового узла; пяти (3,2 %) больным пЭКС установили в период от 6 месяцев до 3,6 года (трех (1,9 %) – по причине полной АВБ и двум (1,3 %) – вследствие дисфункции синусового узла). По данным регрессионного анализа, выявлены два значимых фактора риска для имплантации пЭКС: наличие до оперативного вмешательства ФП ( $p = 0,002$ ;  $r = 0,160$ ) и наличие до TAVR БЛНПГ ( $p = 0,037$ ;  $r = 0,108$ ). **Заключение.** Выявление предикторов возникновения АВБ II–III степени после TAVR будет способствовать своевременному проведению вЭКС и имплантации пЭКС для профилактики осложнений, обусловленных брадиаритмиями.

**Ключевые слова:** аортальный клапан, аортальный стеноз, транскатетерная имплантация аортального клапана, полная атриовентрикулярная блокада, нарушения ритма сердца.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Автор для переписки:** Столбиков Ю.Ю. e-mail: Stolbikov1989@mail.ru

**Для цитирования:** Столбиков Ю.Ю., Матюшин Г.В., Протопопов А.В., Самохвалов Е.В., Ищенко О.П., Кобаненко В.О. Частота развития нарушений атриовентрикулярной проводимости и потребности в имплантации электрокардиостимулятора у пациентов после эндоваскулярного протезирования аортального клапана. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2024;44(6):225–230. doi: 10.18699/SSMJ20240624

## Incidence of atrioventricular conduction disturbances and need for pacemaker implantation in patients after endovascular aortic valve replacement

Yu.Yu. Stolbikov<sup>1</sup>, G.V. Matyushin<sup>1,2</sup>, A.V. Protopopov<sup>2</sup>, E.V. Samokhvalov<sup>1</sup>, O.P. Ishchenko<sup>1,2</sup>,  
V. O. Kobanenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Krasnoyarsk Clinical Regional Hospital  
660022, Krasnoyarsk, Partizana Zheleznyaka st., 3a

<sup>2</sup> Professor V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University of Minzdrav of Russia  
660022, Krasnoyarsk, Partizana Zheleznyaka st., 1

## Abstract

The aim of the study was to evaluate predictors of cardiac conduction disturbance associated with increased risk of temporary and permanent pacemaker implantation after endovascular aortic valve replacement (TAVR). **Material and methods.** We analyzed patients who underwent surgical treatment for aortic valve replacement by endovascular treatment in Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital from January 2018 to May 2023. The total number of people included in the study is 157. **Results and discussion.** The association between the occurrence of atrioventricular block of II–III degree, left bundle branch block and atrial fibrillation after TAVR implantation, which required temporary pacemaker implantation and permanent pacemaker implantation, was revealed. Atrioventricular block of grade II–III was first detected in 11 (13.3 %) patients after TAVR, left bundle branch block – in 22 (26.5 %) and atrial fibrillation – in 11 (13.3 %). The need for temporary pacing during TAVR was necessary in 35 (23.6 %) patients. 34 (23.0 %) patients had a temporary pacemaker placed within the first 2 days after surgical intervention and 1 patient (0.7 %) after 3 days. Regression analysis revealed 6 significant risk factors for temporary pacemaker implantation: left bundle branch block ( $p = 0.002$ ), atrial fibrillation ( $p = 0.030$ ), 1st degree atrioventricular block ( $p = 0.032$ ), age ( $p = 0.012$ ), female gender ( $p = 0.033$ ) and history of acute myocardial infarction ( $p = 0.024$ ). Permanent pacemaker implantation was performed in 7 (4.5 %) patients in the period from 4 to 20 days, including 6 (85.7 %) patients due to complete atrioventricular block and 1 (14.3 %) patient due to sinus node dysfunction. Permanent pacemaker was implanted to five (3.2 %) patients in the period from 6 months to 3.6 years, including 3 (1.9 %) patients due to complete atrioventricular block and 2 (1.3 %) patients due to sinus node dysfunction. Regression analysis revealed 2 significant risk factors for permanent pacemaker implantation: presence of atrial fibrillation before surgical intervention ( $p = 0.002$ ;  $r = 0.160$ ) and presence of left bundle branch block before TAVR ( $p = 0.037$ ;  $r = 0.108$ ). **Conclusions.** Identification of predictors of atrioventricular block of II–III degrees after TAVR will facilitate timely temporary pacing and permanent pacemaker implantation to prevent complications due to bradyarrhythmias.

**Key words:** aortic valve, aortic stenosis, transcatheter aortic valve implantation, complete atrioventricular block, heart rhythm disorders.

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Correspondence author:** Stolbikov Yu. Yu., e-mail: Stolbikov1989@mail.ru

**Citation:** Stolbikov Yu. Yu., Matyushin G. V., Protopopov A. V., Samokhvalov E. V., Ishchenko O. P., Kobanenko V. O. Incidence of atrioventricular conduction disturbances and need for pacemaker implantation in patients after endovascular aortic valve replacement. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2024;44(6):225–230. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20240624

## Введение

В настоящее время согласно данным ВОЗ поражение клапанного аппарата сердца является одной из основных проблем причины смертности [1, 2], до 45 % от их общего числа занимают пороки аортального клапана. Распространенность аортального стеноза увеличивается с возрастом и может достигать 4,6 % у людей старше 75 лет. Например, в странах Европы и Америки аортальный стеноз – наиболее часто встречающееся заболевание клапанного аппарата сердца; к 2025 г. только в Великобритании им будут страдать 3,5 млн человек [3, 4]. При отсутствии должного лечения симптоматический аортальный стеноз имеет неблагоприятный исход. Результаты многочисленных исследований сообщают не более чем о трехлетней выживаемости таких пациентов, а при

наличии декомпенсации сердечной недостаточности (СН) она снижается до 1,5–2 лет [1, 5].

В настоящее время для лечения аортального стеноза используют хирургическую и транскатетерную замену аортального клапана (TAVR), которая проводится пациентам с высоким и промежуточным хирургическим риском, но на сегодняшний день может быть выполнена и лицам с низким хирургическим риском [1, 6–8]. При наличии у больного высокого хирургического риска (показатель STS-PROM или EuroSCORE II 4 %) ему безусловно показано выполнение TAVR. По результатам нескольких крупных рандомизированных исследований выявлено, что TAVR не уступает хирургическому лечению в отношении смертности, инсульта и дополнительных конечных точек у пациентов с низким периоперацион-

ным риском (средний балл STS составлял 1,9 %) [4, 9].

Наиболее частым осложнением после замены аортального клапана являются нарушения в проводящей системе сердца. Около 50 % из них разрешаются самостоятельно в течение нескольких суток после оперативного лечения, и имплантация постоянного электрокардиостимулятора (пЭКС) не требуется [10]. Показаниями к имплантации пЭКС при TAVR являются прежде всего атриовентрикулярная блокада (АВБ) высокой степени, впервые возникшая блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ), прогрессирующая АВБ первой степени с БЛНПГ, дисфункция синусового узла и симптоматическая брадикардия [11]. Частота возникновения новых случаев развития БЛНПГ после TAVR, по данным разных авторов, находится в пределах от 4 до 65 %. АВБ высокой степени, требующая имплантации пЭКС, обычно возникает в течение первых 24 ч после TAVR. У 30 % пациентов наблюдается отсроченное начало АВБ высокой степени через 48 ч от момента вмешательства [12, 13].

Целью данного исследования послужило выявление частоты развития нарушения атриовентрикулярной проводимости у пациентов после протезирования аортального клапана эндоваскулярным методом и потребности проведения временной электрокардиостимуляции (вЭКС) и имплантации пЭКС у данных больных.

## Материал и методы

Для выявления частоты развития нарушений проводимости после протезирования аортального клапана, а также потребности в имплантации пЭКС выполнен ретроспективный анализ историй болезни пациентов, которым было проведено протезирование аортального клапана эндоваскулярным методом в КГБУЗ «Краевая клиническая больница» г. Красноярск с января 2018 г. по май 2023 г. Отбор пациентов осуществлялся мультидисциплинарной командой, состоящей из кардиолога, врача по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, кардиохирурга, анестезиолога-реаниматолога, сосудистого хирурга, врача функциональной диагностики. Все пациенты были комплексно обследованы, медикаментозная терапия проводилась согласно действующим клиническим рекомендациям.

Номинальные данные представлены в виде относительных частот объектов исследования ( $n$ , %), для оценки различий использовали точный критерий Фишера. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы ( $p$ ) принимали равным 0,05. По результатам регрессион-

ного анализа методом логистической регрессии с использованием критерия Вальда рассчитаны отношение шансов (ОШ) и 95%-й доверительный интервал (95% ДИ).

## Результаты

Всего за указанный период времени в Краевой клинической больнице TAVR выполнено 157 пациентам, из них женщин было 98 (62,4 %, возраст от 58 до 92 лет), мужчин 59 (37,6 %, возраст от 59 до 88 лет). Большая часть TAVR имплантирована лицам старше 71 года (табл. 1). Сахарный диабет был у 34 (21,7 %) пациентов, гипертоническая болезнь – у 154 (98,1 %), инфаркт миокарда, тромбоэмболия легочной артерии, чрескожное коронарное вмешательство и острое нарушение мозгового кровоснабжения в анамнезе – соответственно у 29 (18,5 %), 2 (1,3 %), 35 (22,3 %) и 20 (17,8 %), хроническая обструктивная болезнь легких – у 9 (5,7 %), бронхиальная астма – у 11 (7,0 %), онкологические заболевания – у 17 (10,8 %). У всех больных был диагностирован аортальный стеноз, средний градиент систолического давления на аортальный клапан до операции составлял 54,0 [44,3; 65,0] % (медиана [нижняя квартиль; верхняя квартиль]), площадь отверстия на нем – 0,7 [0,5; 0,8] см<sup>2</sup>.

Исходно всего случаев нарушения ритма и проводимости у пациентов перед TAVR было 241 (табл. 2). Наиболее часто встречались предсердные нарушения ритма (76 (31,5 %) случаев), среди которых больше всего было фибрилляций предсердий (ФП), а также АВБ, желудочковая и наджелудочковая экстрасистолия, дисфункция синусового узла, а также БЛНПГ (см. табл. 2). Всем 9 больным с АВБ II и III степени был имплантирован пЭКС до проведения процедуры TAVR, у 4 (44,4 %) из них имелась ФП, у одно-

**Таблица 1.** Показатели возрастного периода пациентов с TAVR

**Table 1.** Age-period indicators of patients with TAVR

| Возраст        | Пол     | $n$ (%)    | $p$   |
|----------------|---------|------------|-------|
| До 60 лет      | Мужской | 2 (3,4)    | 0,477 |
|                | Женский | 5 (5,1)    |       |
| 61–70 лет      | Мужской | 12 (20,3)  | 0,458 |
|                | Женский | 18 (18,4)  |       |
| 71–80 лет      | Мужской | 31 (52,5)  | 0,065 |
|                | Женский | 38 (38,8)  |       |
| Старше 81 года | Мужской | 14 (23,7)  | 0,049 |
|                | Женский | 37 (37,8)  |       |
| Всего          | Мужской | 59 (100,0) |       |
|                | Женский | 98 (100,0) |       |

**Таблица 2.** Нарушения ритма и проводимости у пациентов перед TAVR**Table 2.** Rhythm and conduction disturbances in patients before TAVR

| Нарушение ритма и проводимости                             | n (%)       |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| АВБ                                                        |             |
| I степени                                                  | 8 (3,3)     |
| II степени                                                 | 2 (0,8)     |
| III степени                                                | 7 (2,9)     |
| Всего                                                      | 17 (7,1)    |
| Желудочковая экстрасистолия                                | 41 (17,0)   |
| Наджелудочковая экстрасистолия                             | 36 (14,9)   |
| Блокада правой ножки пучка Гиса                            | 8 (3,3)     |
| БЛНПП                                                      | 11 (4,6)    |
| Желудочковая тахикардия                                    | 5 (2,1)     |
| Предсердная тахикардия                                     | 12 (5,0)    |
| ФП                                                         | 58 (24,1)   |
| Трепетание предсердий                                      | 6 (2,5)     |
| Дисфункция синусового узла                                 | 16 (6,6)    |
| Неполная блокада правой ножки пучка Гиса                   | 11 (4,6)    |
| Неполная блокада левой ножки пучка Гиса                    | 3 (1,2)     |
| Блокада передневерхних разветвлений левой ножки пучка Гиса | 15 (6,2)    |
| Пароксизмальная АВ-узловая реципрокная тахикардия          | 1 (0,4)     |
| Фибрилляция желудочков                                     | 1 (0,4)     |
| Итого                                                      | 241 (100,0) |

го (11,1 %) – БЛНПП. Далее анализ проводился 148 (94,3 %) пациентам, без участия лиц с ранее имплантированным пЭКС. Всего случаев нарушения ритма и проводимости после TAVR зафиксировано 83 (табл. 3). 35 (23,6 %) пациентам после TAVR применялась вЭКС, 34 (23,0 %) – в течение первых двух суток после оперативного вмешательства и одному (0,7 %) – по прошествии трех суток. При определении причин установки вЭКС после TAVR было выявлено, что брадикардия возникала вследствие нарушения АВ проведения (25 (16,9 %) человек) и дисфункции синусового узла (10 (6,8 %) случаев). У двух (2,4 %) пациентов во время проведения вЭКС возникла ФП и у трех (3,6 %) – БЛНПП. По результатам регрессионного анализа выявлено шесть значимых факторов риска для вЭКС: БЛНПП ( $p = 0,002$ ), ФП ( $p = 0,030$ ), АВБ I степени ( $p = 0,032$ ), возраст ( $p = 0,012$ ), женский пол ( $p = 0,033$ ) и инфаркт миокарда в анамнезе ( $p = 0,024$ ).

Имплантация пЭКС после установки TAVR выполнена 12 (8,1 %) пациентам, из них 9 (6,1 %) – вследствие развития полной АВБ и трем

**Таблица 3.** Нарушения ритма и проводимости у пациентов после TAVR**Table 3.** Rhythm and conduction disturbance in patients after TAVR

| Нарушение ритма и проводимости                                      | n (%)      |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| Брадиаритмия (синоаурикулярные блокады и/или синусовая брадикардия) | 5 (6,0)    |
| АВБ II–III степени                                                  | 11 (13,3)  |
| ФП                                                                  | 11 (13,3)  |
| Желудочковая тахикардия                                             | 6 (7,2)    |
| Блокада правой ножки пучка Гиса                                     | 8 (9,6)    |
| БЛНПП                                                               | 22 (26,5)  |
| АВ-блокады I степени и транзиторные АВ-блокады I степени            | 5 (6,0)    |
| Желудочковая и наджелудочковая экстрасистолия                       | 15 (18,1)  |
| Всего                                                               | 83 (100,0) |

(2,0 %) – по причине дисфункции синусового узла. Среди больных, которым имплантировали пЭКС, у одного (8,3 %) вновь возникла ФП и еще у одного (8,3 %) – БЛНПП. После выполнения корреляционно-регрессионного анализа получены следующие наиболее значимые факторы риска для имплантации пЭКС: наличие до оперативного вмешательства ФП ( $r = 0,160$ ,  $p = 0,002$ ) и наличие до TAVR БЛНПП ( $r = 0,108$ ,  $p = 0,037$ ). Определение отношения шансов (ОШ) позволило установить три значимых фактора риска для имплантации как временных, так и постоянных ЭКС – наличие БЛНПП (ОШ 3,275, 95%-й доверительный интервал (95 % ДИ) 1,225–9,920,  $p < 0,05$ ), ФП (ОШ 1,749, 95 % ДИ 1,342–2,921,  $p < 0,05$ ) и АВБ I степени (ОШ 2,595, 95 % ДИ 1,614–16,930,  $p < 0,05$ ). То есть шанс имплантации вЭКС и пЭКС в 3,3 раза выше, если у пациента присутствует БЛНПП, в 1,7 раза больше, если у пациента ФП, и в 2,6 раза выше при наличии АВБ I степени.

### Обсуждение

Несмотря на имеющиеся в настоящее время методы лечения по замене аортального клапана, к сожалению, инвалидизация и смертность пациентов с пороками сердца остаются на высоком уровне. В связи с увеличением продолжительности жизни повышается и средний возраст пациентов с аортальным стенозом, а значит, увеличивается и коморбидная патология. Практически единственным методом лечения пациентов с высоким хирургическим риском является TAVR. Одним из наиболее частых осложнений, возникающих

у пациентов после оперативного вмешательства на аортальном клапане, могут быть нарушения в проводящей системе сердца. При выполнении TAVR близкое расположение атриовентрикулярной проводящей системы к субаортальной области во время введения проводника, предварительной дилатации баллоном и разворачивания клапана при TAVR способствуют механическому повреждению данной области, что способствует появлению АВБ и БЛНПГ [14, 15]. Анализ данной литературы показал, что новая БЛНПГ после TAVR развивается в 4–65 % случаев, по нашим данным – в 26,5 %; согласно данным литературы, наиболее важными прогностическими факторами проведения вЭКС являются БЛНПГ, в том числе впервые возникшая, и синусовая брадикардия [16, 17], а постоянной ЭКС – БЛНПГ, АВБ I степени и ФП [18, 19]. АВБ, требующие имплантации вЭКС и/или пЭКС при TAVR, у большинства пациентов возникают в течение 24 ч после оперативного лечения, у 30 % – через 48 ч. Наличие ранее существовавших блокад, в частности БЛНПГ, имеет четкую связь с более высоким риском имплантации пЭКС через 30 дней [1, 12, 19].

Согласно полученным нами данным, вЭКС для лечения брадиаритмий потребовались в 23,6 % случаев, в основном в течение первых двух суток. У 12 (34,2 %) из 35 пациентов с вЭКС брадиаритмии сохранялись, и этим больным был имплантирован пЭКС: в 7 (20,0 %) случаях в период от 4 до 20 суток, в 5 (14,3 %) – в период от полугода до 3,6 года. Факторами риска проведения вЭКС являлись ПБЛНПГ, ФП, АВБ I степени, возраст, женский пол и инфаркт миокарда в анамнезе, а для имплантации пЭКС – наличие до оперативного вмешательства ФП и наличие до TAVR БЛНПГ.

## Заключение

Полученные нами данные о значении ряда факторов (наличие ФП, БЛНПГ, возраст, женский пол, АВБ I степени, инфаркт миокарда в анамнезе), увеличивающих риск возникновения тяжелых брадиаритмий, целесообразно использовать в клинической практике после проведения TAVR для своевременного применения вЭКС и имплантации пЭКС.

## Список литературы / References

1. Chetrit M., Khan M.A., Kapadia S. State of the art management of aortic valve disease in ankylosing spondylitis. *Curr. Rheumatol. Rep.* 2020;22(6):23. doi: 10.1007/s11926-020-00898-4
2. Lindman B.R., Sukul D., Dweck M.R., Madhavan M.V., Arsenault B.J., Coylewright M., Merryman

W.D., Newby D.E., Lewis J., Harrell F.E. Jr., Mack M.J., Leon M.B., Otto C.M., Pibarot P. Evaluating medical therapy for calcific aortic stenosis: JACC State-of-the-Art Review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021;78(23):2354–2376. doi: 10.1016/j.jacc.2021.09.1367

3. Rajput F.A., Zeltser R. Aortic valve replacement. In: StatPearls [Internet]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537136/>

4. Протопопов А.В., Ганюков В.И., Тарасов Р.С. Транскатетерные вмешательства при патологии клапанов сердца. Красноярск: Версо, 2021. 528 с.

Protopopov A.V., Ganjukov V.I., Tarasov R.S. Transcatheter interventions in pathology of heart valves. Krasnoyarsk: Verso, 2021. 528 p. [In Russian].

5. Lee H.J., Kim H.K. Natural history data in symptomatic severe aortic stenosis alerts cardiologists to the dangers of No action. *Korean Circ. J.* 2019;49(2):170–172. doi: 10.4070/kcj.2018.0344

6. Michalski B., Dweck M.R., Marsan N.A., Cameli M., d'Andrea A., Carvalho R.F., Holte E., Podlesnikar T., Manka R., Haugaa K.H. The evaluation of aortic stenosis, how the new guidelines are implemented across Europe: a survey by EACVI. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2020;21(4):357–362. doi: 10.1093/ehjci/jeaa009

7. Swift S.L., Puehler T., Misso K., Lang S.H., Forbes C., Kleijnen J., Danner M., Kuhn C., Haneya A., Seoudy H., Cremer J., Frey N., Lutter G., Wolff R., Scheibler F., Wehkamp K., Frank D. Transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2021;11(12):e054222. doi: 10.1136/bmjopen-2021-054222

8. Протопопов А.В., Кочкина К.В., Маштакова О.Б., Дружинина С.М., Пустовойтов А.В., Федченко Я.О., Бигашев Р.Б., Линева К.А., Усик Г.А., Устюгов С.А., Мызников А.В., Малышкин Д.А. Эндоваскулярное протезирование аортального клапана у больных молодого возраста. *Диагност. и интервенц. радиол.* 2014;8(1):47–53.

Protopopov A.V., Kochkina K.V., Mashtakova O.B., Druzhinina S.M., Pustovojtov A.V., Fedchenko Ya.O., Bigashev R.B., Linev K.A., Usik G.A., Ustjugov S.A., Myznikov A.V., Malyshekin D.A. Transcatheter aortic valve replacement in young patients. *Diagnosticheskaya i intervensionnaya radiologiya = Diagnostic and Interventional Radiology.* 2014; 8(1):47–53. [In Russian].

9. Malik A.H., Zaid S., Ahmad H., Goldberg J., Dutta T., Undemir C., Cohen M., Aronow W.S., Lansman S.L. A meta-analysis of 1-year outcomes of transcatheter versus surgical aortic valve replacement in low-risk patients with severe aortic stenosis. *J. Geriatr. Cardiol.* 2020;17(1):43–50. doi: 10.11909/j.issn.1671-5411.2020.01.005

10. Judson G.L., Agrawal H., Mahadevan V.S. Conduction system abnormalities after transcatheter aortic valve replacement: mechanism, prediction, and man-

agement. *Interv. Cardiol. Clin.* 2019;8(4):403–409. doi: 10.1016/j.iccl.2019.06.003

11. MacCarthy P., Zaman A., Uren N., Cockburn J., Dorman S., Malik I., Muir D., Ozkor M.M., Smith D., Shield S. Minimising permanent pacemaker implantation (PPI) after TAVI. *Br. J. Cardiol.* 2021;28(2):20. doi: 10.5837/bjc.2021.020

12. Hayashidani S., Shiose A., Tsutsui H. New-onset left bundle branch block after transcatheter aortic valve implantation – not a harmless bystander. *Circ. J.* 2020;84(6):888–890. doi: 10.1253/circj.CJ-20-0292

13. Knecht S., Schaer B., Reichlin T., Spies F., Madaffari A., Vischer A., Fahrni G., Jeger R., Kaiser C., Osswald S., Sticherling C., Kühne M. Electrophysiology testing to stratify patients with left bundle branch block after transcatheter aortic valve implantation. *J. Am. Heart Assoc.* 2020;9(5):e014446. doi: 10.1161/JAHA.119.014446

14. Wang T., Ou A., Xia P., Tian J., Wang H., Cheng Z. Predictors for the risk of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement: A systematic review and meta-analysis. *J. Card. Surg.* 2022;37(2):377–405. doi: 10.1111/jocs.16129

15. Tsoi M., Tandon K., Zimetbaum P.J., Frishman W.H. Conduction disturbances and permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement: predictors and prevention. *Cardiol. Rev.* 2022;30(4):179–187. doi: 10.1097/CRD.0000000000000398

16. Leong D., Sovari A.A., Ehsaie A., Chakravarty T., Liu Q., Jilaihawi H., Makkar R., Wang X., Cingolani E., Shehata M. Permanent-temporary pacemakers in the management of patients with conduction abnormalities after transcatheter aortic valve replacement. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2018;52(1):111–116. doi: 10.1007/s10840-018-0345-z

17. Chang S.S., Liu X.M., Lu Z.N., Yao J., Yin C.Q., Wu W.H., Yuan F., Luo T.Y., Jiang Z.M., Song G.Y. Feasibility study of using bridging temporary permanent pacemaker in patients with high-degree atrioventricular block after TAVR. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi.* 2023;51(6):648–655. doi: 10.3760/cma.j.cn112148-20221116-00898

18. Sammour Y., Krishnaswamy A., Kumar A., Puri R., Tarakji K.G., Bazarbashi N., Harb S., Griffin B., Svensson L., Wazni O., Kapadia S.R. Incidence, predictors, and implications of permanent pacemaker requirement after transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021;14(2):115–134. doi: 10.1016/j.jcin.2020.09.063

19. Mahajan S., Gupta R., Malik A.H., Mahajan P., Aedma S.K., Aronow W.S., Mehta S.S., Lakkireddy D.R. Predictors of permanent pacemaker insertion after TAVR: A systematic review and updated meta-analysis. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2021;32(5):1411–1420. doi: 10.1111/jce.14986

#### Сведения об авторах:

Столбиков Юрий Юрьевич, ORCID: 0000-0002-7145-7767, e-mail: stolbikov1989@mail.ru

Матюшин Геннадий Васильевич, д.м.н., проф., ORCID: 0000-0002-0150-6092, e-mail: matyushin1@yandex.ru

Протопопов Алексей Владимирович, д.м.н., проф., ORCID: 0000-0001-5387-6944, e-mail: rector@krasgmu.ru

Самохвалов Евгений Владимирович, ORCID: 0000-0003-1541-011X, e-mail: samokhvalov@medgorod.ru

Ищенко Ольга Петровна, ORCID: 0000-0002-1784-9356, e-mail: fridag@yandex.ru

Кобаненко Владислав Олегович, ORCID: 0000-0003-3889-1956, e-mail: kobanenko1999@bk.ru

#### Information about the authors:

Yuri Yu. Stolbikov, ORCID: 0000-0002-7145-7767, e-mail: stolbikov1989@mail.ru

Gennady V. Matyushin, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0002-0150-6092, e-mail: matyushin1@yandex.ru

Alexey V. Protopopov, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0001-5387-6944, e-mail: rector@krasgmu.ru

Evgeny V. Samokhvalov, ORCID: 0000-0003-1541-011X, e-mail: samokhvalov@medgorod.ru

Olga P. Ishchenko, ORCID: 0000-0002-1784-9356, e-mail: fridag@yandex.ru

Vladislav O. Kobanenko, ORCID: 0000-0003-3889-1956, e-mail: kobanenko1999@bk.ru

Поступила в редакцию 27.05.2024

Принята к публикации 25.10.2024

Received 27.05.2024

Accepted 25.10.2024