

Г.В. Марданян¹, Ш.Г. Чаргазия¹, К.А. Кур-ипа¹,
Р.С. Поляков^{1,2}, М.В. Пурецкий^{1,2}, А.А. Пиркова¹,
Г.С. Власко¹, С.О. Попов¹, С.А. Абугов^{1,2}



¹Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского,
Москва, Российская Федерация

²Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования,
Москва, Российская Федерация

Оптимальная проекция имплантации самораскрывающихся транскатетерных аортальных клапанов

Обоснование. Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) является безопасной и эффективной альтернативой хирургическому лечению выраженного стеноза аортального клапана пациентов всех групп риска. Оптимальная глубина имплантации протеза — важное условие для достижения благоприятных гемодинамических и клинических результатов. Несмотря на совершенствование протезов и увеличение опыта рентгенхирургов, нарушения проводимости сердца и парапротезная регургитация продолжают оставаться самыми частыми осложнениями, влияющими на отдаленный прогноз пациента. При использовании самораскрывающихся клапанов требуются особые подходы к выбору проекции для оценки глубины имплантации протеза. **Цель исследования** — сравнение влияния проекции совмещения левой и правой створки (*cusp overlap technique*, *COT*) и проекции трех створок в линию (*three cusp technique*, *ЗСТ*) на эффективность достижения оптимальной глубины имплантации и частоту развития нарушений проводимости сердца при имплантации самораскрывающихся аортальных протезов. **Методы.** Выполнен ретроспективный анализ 81 ТИАК, выполненных в РНЦХ им. Б.В. Петровского. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от использованной проекции имплантации — ЗСТ и *COT*. За первичную конечную точку была взята частота развития новых нарушений проводимости сердца в виде АВ-блокады 3-й степени и полной блокады левой ножки пучка Гиса в зависимости от используемой проекции имплантации. Также оценены процедуральные характеристики в виде объема контрастного вещества, времени скопии. Кроме того, осуществлялась оценка комфорта работы оператора при использовании данных проекций. **Результаты.** После ТИАК нарушения проводимости сердца (совокупность АВ-блокады 3-й степени и полной блокады левой ножки пучка Гиса) зарегистрированы у 16 (51,6%) и 13 (26%) пациентов в группах соответственно ЗСТ и *COT* ($p = 0,019$). В группах ЗСТ и *COT* частота АВ-блокады 3-й степени составила соответственно 2 (6,5%) и 3 (6%), $p = 0,935$, а частота полной блокады левой ножки пучка Гиса — 14 (45,2%) и 10 (20%), $p = 0,016$. В группе *COT* отмечено значимое уменьшение использованного контрастного вещества ($181 \pm 66,4$ против $158,9 \pm 50,8$ мл, $p = 0,032$). Также снижались время скопии ($23,2 \pm 7,7$ против $21,3 \pm 6,8$ мин), но без достоверной разницы ($p = 0,678$). По результатам опроса операторов проекция *COT* являлась более комфортной. **Заключение.** Оптимальная глубина имплантации выступает важным условием для достижения гемодинамической эффективности протеза, снижения вероятности нарушений проводимости. Удобство в работе, лучшая оценка глубины имплантации, безопасность и эффективность методики наложения створок позволяют использовать ее в качестве основной техники при выполнении ТИАК самораскрывающимся протезом.

Ключевые слова: транскатетерная имплантация аортального клапана, нарушение проводимости сердца, проекция совмещения створок
Для цитирования: Марданян Г.В., Чаргазия Ш.Г., Кур-ипа К.А., Поляков Р.С., Пурецкий М.В., Пиркова А.А., Власко Г.С., Попов С.О., Абугов С.А. Оптимальная проекция имплантации самораскрывающихся транскатетерных аортальных клапанов. Вестник РАМН. 2023;78(4):305–313. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn12465>

Обоснование

Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) является безопасной и эффективной альтернативой хирургическому лечению выраженного стеноза аортального клапана пациентов всех групп риска [1, 2].

Оптимальная глубина имплантации протеза — важное условие для достижения благоприятных гемодинамических и клинических результатов ТИАК. Высокая имплантация (по отношению к фиброзному кольцу аортального клапана) может привести к трудностям при последующей катетеризации коронарных артерий, парапротезной регургитации или даже к дислокации клапана и компротации устьев коронарных артерий. Напротив, глубокая имплантация в выводящий тракт левого желудочка (ВТЛЖ) связана с повышенным риском развития нарушений проводимости, что приводит к более высокой частоте имплантации постоянного электрокардиостимулятора (ПЭКС).

ТИАК с супрааннулярными протезами Core Valve Evolut нового поколения были связаны с необходимостью имплантации ПЭКС у 14–26% пациентов в течение 30 дней после вмешательства [3, 4]. Данное осложнение напрямую влияет на отдаленный прогноз. Так, L. Faroux et al. в своем метаанализе показали, что возникшая после ТИАК блокада левой ножки пучка Гиса и имплантация ПЭКС ассоциированы с увеличением годовой летальности [5].

За последние два десятилетия были предложены различные стратегии для определения оптимального выбора рентгеноскопических проекций аортального клапана для саморасширяющихся клапанов, включая использование различных методов визуализации, таких как мультиспиральная компьютерная томография, повторные ангиограммы корня аорты из разных углов и трехмерные ангиографические реконструкции корня аорты, полученные при помощи технологии трехмерной ротационной ангиографии [6, 7].

В 2020 г. производитель саморасширяющегося клапана Core Valve Evolut (Medtronic Inc., Ирландия) представил новые практические рекомендации по раскрытию клапана, в том числе по использованию техники наложения створок [8].

Цель исследования. Настоящее одноцентровое исследование направлено на сравнение проекции совмещения левой и правой створки (cusp overlap technique, COT) и проекции трех створок в линию (three cusp technique, 3CT) при имплантации самораскрывающихся аортальных протезов.

Методы

Дизайн исследования

Ретроспективный анализ пациентов, которым была выполнена ТИАК в период с 2015 до 2023 г.

Критерии соответствия

Критерии включения в исследование:

- пациенты с выраженным стенозом аортального клапана по данным эхокардиографии;
- пациенты с выполненной МСКТ-ангиографией с ЭКГ-синхронизацией в соответствии с протоколом ТИАК.

Критерии исключения. Пациенты с ранее имплантированным ПЭКС.

Условия проведения

Исследование проводилось в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Российский

научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского», г. Москва, Российская Федерация.

Продолжительность исследования

Ретроспективный анализ в период с 2015 по 2023 г.

Описание медицинского вмешательства

В предоперационном периоде всем пациентам выполнялась МСКТ-ангиография с ЭКГ-синхронизацией в соответствии с протоколом ТИАК. После чего были выполнены измерения, включая полную оценку соответствующих анатомических размеров и рабочих проекций с использованием специализированного программного обеспечения. Размер клапана был основан на измерениях мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) по периметру.

Техника имплантации в группе проекции 3CT была аналогична группе COT, за исключением проекции развертывания клапана. В качестве протеза аортального клапана были использованы: Medtronic Core Valve (Medtronic Inc., Ирландия) — $n = 21$; Medtronic Core Valve Evolute R и Evolute PRO (Medtronic Inc., Ирландия) — $n = 50$; Acurate Neo (Boston Scientific, США) — $n = 4$; Lotus (Boston Scientific, США) — $n = 6$. Оценка гемодинамических параметров клапана осуществлялась с помощью интраоперационной эхокардиографии (ЭхоКГ). В группе пациентов 3CT применялась чреспищеводная или трансторакальная ЭхоКГ, а при COT — трансторакальная. Предилатация выполнялась в случаях выраженного кальциноза аортального клапана, площади просвета — менее $0,6 \text{ см}^2$. Для оценки гемодинамических показателей всем пациентам в госпитальном периоде выполнялась трансторакальная ЭхоКГ.

G.V. Mardanyan¹, S.G. Chargaziia¹, K.A. Kur-ipa¹, R.S. Polyakov^{1,2}, M.V. Pureskiy^{1,2},
A.A. Pirkova¹, G.S. Vlasko¹, S.O. Popov¹, S.A. Abugov^{1,2}

¹Russian Research Center of Surgery, Moscow, Russian Federation

²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education,
Moscow, Russian Federation

Optimal Angiographic View for Implantation of Self-Expanding Transcatheter Aortic Valves

Background. Transcatheter aortic valve implantation is safe and effective alternative to surgical treatment of severe aortic valve stenosis among patients of all risk groups. Optimal implantation depth is key for successful hemodynamic and clinical results. Despite the improvement of prostheses design and increasing experience of operators cardiac conduction abnormalities and paravalvular leak continue to be a significant complication of this procedure, directly affecting the long-term prognosis. Self-expanding valves require special approaches for optimal angiographic projection to assess the implantation depth of the prosthesis. **Aims** — in this study we compared coplanar view and cusp overlap technique during self-expanding aortic valves implantation. **Methods.** We performed a retrospective analysis of 81 TAVI performed in Russian Research Center of Surgery. The patients were divided into two groups depending on the implantation projection: coplanar view (CV) and cusp overlap technique (COT). The incidence of cardiac conduction abnormalities (cumulative incidence of third degree AV block and left bundle branch block) depending on the implantation projection was analyzed. The procedural characteristics in the form of contrast agent volume, fluoroscopic time and operator comfort were also evaluated. **Results.** After TAVI 16 (51.6%) and 13 (26.0%) patients had cardiac conduction disturbances (cumulative incidence of third degree AV block and left bundle branch block) in the CV and COT respectively ($p = 0.019$). In the CV group, 2 (6.5%) patients, and in the COT group, 3 (6%) patients had third degree AV block ($p = 0.935$) and 14 (45.2%) and 10 (20%) left bundle branch block ($p = 0.016$). In the COT group, there was a significant decrease contrast media ($181 \pm 66.4 \text{ mL}$ vs. $158.9 \pm 50.8 \text{ mL}$, $p = 0.032$). Fluoroscopic time also decreased ($23.2 \pm 7.7 \text{ min}$ vs. $21.3 \pm 6.8 \text{ min}$), but without a significant difference ($p = 0.678$). According to the results of the operator survey, the COT projection was more comfortable. **Conclusions.** Optimal implantation depth is an important condition for achieving hemodynamic efficiency of the prosthesis and reducing the risk of conduction abnormalities. Operator comfort, better assessment of the implantation depth, safety and efficiency of the cusp overlap technique allow its use as the main implantation view for TAVI.

Keywords: transcatheter aortic valve implantation, cardiac conduction system disease, cusp overlap technique

For citation: Mardanyan GV, Chargaziia SG, Kur-ipa KA, Polyakov RS, Pureskiy MV, Pirkova AA, Vlasko GS, Popov SO, Abugov SA. Optimal Angiographic View for Implantation of Self-Expanding Transcatheter Aortic Valves. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2023;78(4):305–313. doi: <https://doi.org/10.15690/vramn12465>

Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки. Размер выборки предварительно не рассчитывался.

Методы статистического анализа данных. Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2019. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v.26 (разработчик — IBM Corporation). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению. Для показателей, имеющих нормальное распределение, проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95%-го доверительного интервала (95%-й ДИ). При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывался t -критерий Стьюдента. Полученные значения t -критерия Стьюдента оценивались путем сравнения с критическими значениями.

Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера. В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель отношения шансов (ОШ), определяемый как отношение вероятности наступления события в группе, подвергнутой воздействию фактора риска, к вероятности наступления события в контрольной группе. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты**Объекты (участники) исследования**

С 2015 по 2020 г. применялась техника трех створок в линию (ЗСТ), в исследование был включен 31 пациент. С 2021 до 2023 г. применялась техника наложения створок (СОТ), в исследование были включены 50 пациентов. Клинико-демографические характеристики пациентов указаны в табл. 1. Предоперационные характеристики и анатомические особенности пациентов были сопоставимы между двумя группами.

Таблица 1. Клинико-демографические характеристики пациентов

Показатель	ЗСТ ($n = 31$)	СОТ ($n = 50$)	p
Средний возраст, лет	77,7 ($\pm 5,0$)	76,8 ($\pm 6,4$)	0,536 ^б
Мужской пол, n (%)	11 (35,5)	17 (34)	0,539 ^а
ИМТ, кг/м ²	28,8 ($\pm 5,3$)	29,1 ($\pm 5,7$)	0,589 ^б
Сахарный диабет, n (%)	11 (35,5)	15 (30)	0,632 ^б
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	13 (41,9)	16 (32)	0,475 ^б
ХБП ≥ 3 а, n (%)	11 (35,5)	19 (38)	0,505 ^а
ФВ, %	57,8 ($\pm 10,3$)	58,7 (± 9)	0,666 ^б
AVA, см ²	0,7 ($\pm 0,3$)	0,6 ($\pm 0,2$)	0,040 ^б
dP _{mean} , мм рт. ст.	56,1 ($\pm 22,4$)	59,9 ($\pm 17,8$)	0,189 ^б
dP _{max} , мм рт. ст.	89,9 ($\pm 32,8$)	93,8 ($\pm 23,2$)	0,475 ^б
ФП в анамнезе, n (%)	9 (29)	14 (28,6)	0,580 ^а
БЛНПГ в анамнезе, n (%)	2 (6,5)	1 (2)	0,332 ^а

Примечание. ^а — точный критерий Фишера; ^б — Хи-квадрат Пирсона; ^в — Т-критерий. БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса; ИМТ — индекс массы тела; ХБП — хроническая болезнь почек; ФВ — фракция выброса; AVA — aortic valve area; ФП — фибрилляция предсердий.

Основные результаты исследования

После ТИАК в группах ЗСТ и СОТ частота АВ-блокады 3-й степени составила соответственно 2 (6,5%) и 3 (6%), $p = 0,935$, что соответствует частоте имплантации ПЭКС, а частота полной блокады левой ножки пучка Гиса — соответственно 14 (45,2%) и 10 (20%), $p = 0,016$ (рис. 1).

Дополнительные результаты исследования

Перипроцедуральные характеристики представлены в табл. 2. В группе СОТ достоверно меньше использовалось контрастного вещества ($181 \pm 66,4$ против $158,9 \pm 50,8$ мл, $p = 0,032$). Также снижалось время скопии ($23,2 \pm 7,7$ против $21,3 \pm 6,8$ мин), но без значимой разницы ($p = 0,678$) (рис. 2). Значимого влияния пре- и постдилатации выявлено не было (табл. 3): первичная точка наступала у пациентов без пре- и постдилатации в 69% случаев, а при выполнении преддилатации — в 31% случаев ($p = 0,229$).

В каждой группе зарегистрировано по одному случаю дислокации протеза, потребовавшей имплантации нового клапана. Также в обеих группах было по одному летальному исходу (см. табл. 1).

По данным опроса операторов, СОТ являлась более комфортной проекцией имплантации.

Обсуждение**Обсуждение основного результата исследования**

Несмотря на достижения транскатетерных методик лечения стеноза аортального клапана, парапротезная регургитация, нарушения проводимости сердца вплоть до необходимости имплантации нового постоянного электрокардиостимулятора остаются одними из наиболее частых ограничений этого метода. Хорошо известно, что исходные нарушения проводимости, такие как ранее существовавшая блокада правой ножки пучка Гиса, атриоventрикулярная блокада 1-й степени и блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса, являются наиболее значимыми и независимыми предикторами имплантации нового ПЭКС после ТИАК. Тогда как преддилатация, модель протеза аортального клапана и глубина имплантации выступают модифицируемыми факторами. Увеличение опыта оператора/центра, технические достижения в конструкциях клапанов и систем доставки, а также

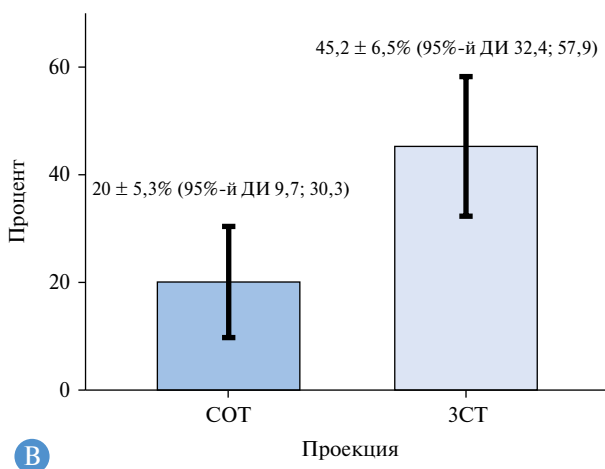
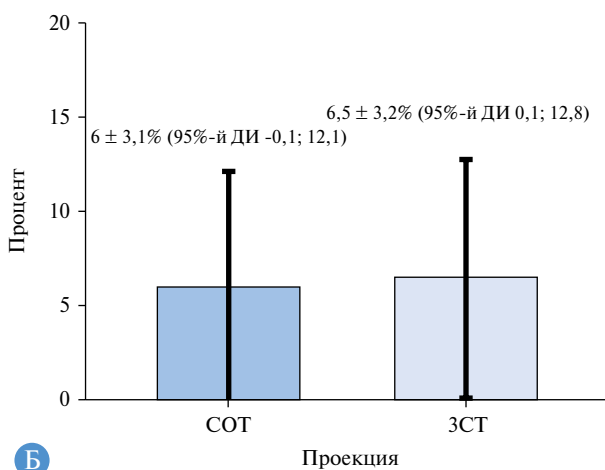
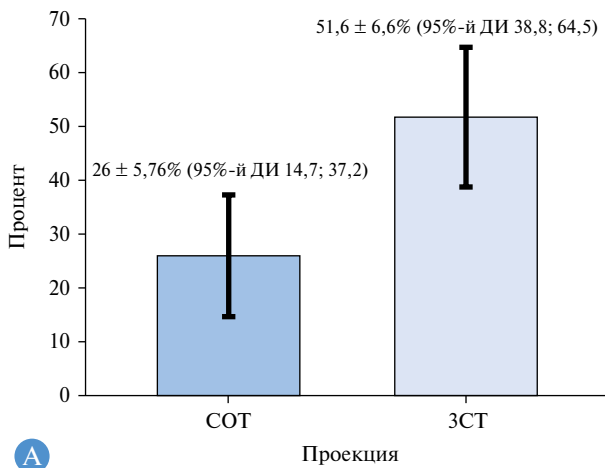


Рис. 1. Столбцы ошибок для частоты возникновения нарушений проводимости сердца (А) в виде АВ-блокады 3-й степени (Б) и полной блокады левой ножки пучка Гиса (В) после ТИАК при использовании ЗСТ и СОТ

Примечание. ЗСТ – three cusp technique (проекция трех створок); СОТ – cusp overlap technique (проекция совмещения левой и правой коронарной створки).

тщательное предоперационное планирование с помощью МСКТ для точного определения размеров клапана, оптимального сосудистого доступа и проекции имплантации могут значительно снизить риск развития постпроцедурных осложнений [3, 9].

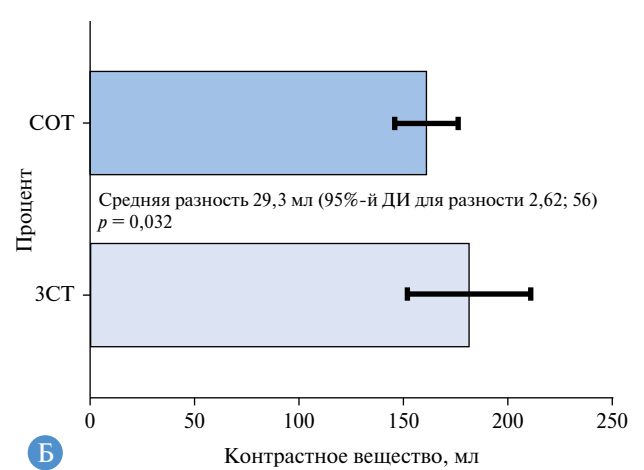
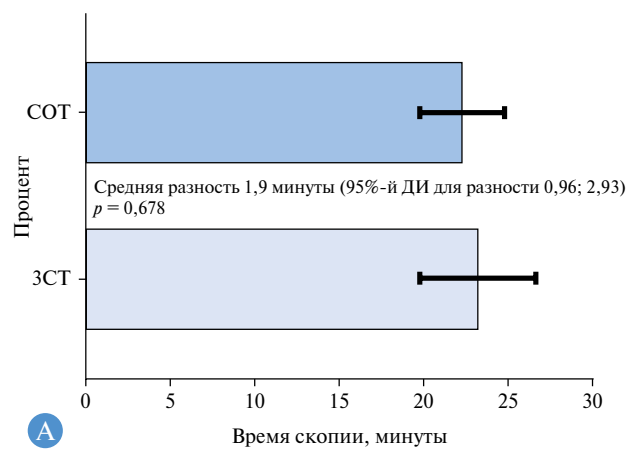


Рис. 2. Столбцы ошибок для использованного контрастного вещества (А), времени скопии (Б) при ТИАК с использованием ЗСТ и СОТ

Примечание. ЗСТ – three cusp technique (проекция трех створок); СОТ – cusp overlap technique (проекция совмещения левой и правой коронарной створки).

По данным М.Ж. Mask et al. частота имплантации ПЭКС при использовании саморасширяющихся клапанов составляет 17,4% [1].

Возникновение нарушений проводимости объясняется анатомическим расположением проводящей системы сердца относительно комплекса аортального клапана. Пучок Гиса берет начало из атриовентрикулярного узла, располагающегося в области вершины треугольника Коха, где в центральное фиброзное тело проникает сухожилие Тодаро. Сразу под вершиной треугольника Коха структурные элементы атриовентрикулярного узла собираются в изолированный от миокарда предсердия пучок, который проникает в ткань центрального фиброзного тела. Точка пенетрации прилегает к передне-нижней комиссуре митрального клапана. В этой области предсердно-желудочковый узел располагается примерно в 5–10 мм от предсердного прикрепления медиального гребешка муральной створки митрального клапана. Достигнув выводного тракта левого желудочка, пучок делится на ножки либо на левожелудочковой стороне межжелудочковой перегородки (МЖП), либо на ее гребне. Ветви левой ножки спускаются по гладкой левой стороне МЖП, располагаясь в непосредственной близости к подаорталь-

Таблица 2. Процедуральные и краткосрочные характеристики после ТИАК

Показатель	ЗСТ (n = 31)	СОТ (n = 50)	p
Контрастное вещество, мл	181 (±66,4)	158,9 (±50,8)	0,032 ^а
Время рентгеноскопии, мин	23,2 (±7,7)	21,3 (±6,8)	0,678 ^в
Парапротезная регургитация ≥ 2 степени, n (%)	6 (19,4)	4 (8)	0,131 ^б
dP _{mean} , мм рт. ст.	7,2 (±3,5)	7,3 (±3,6)	0,488 ^в
dP _{max} , мм рт. ст.	13,8 (±5,5)	14,1 (±5,9)	0,397 ^в
Имплантация ПЭКС	2 (6,5)	3 (6)	0,935 ^б
Новая БЛНПГ	14 (45,2)	10 (20)	0,016 ^б
Нарушения проводимости сердца ^г , n (%)	16 (51,6)	13 (26)	0,019 ^б
Дислокация протеза	1 (3,2)	1 (2,0)	0,730 ^б
Летальный исход	1 (3,2)	1 (2,0)	0,730 ^б

Примечание. ^а — точный критерий Фишера; ^б — Хи-квадрат Пирсона; ^в — Т-критерий; ^г — совокупность частоты АВ-блокады 3-й степени и ПБЛНПГ. ПЭКС — постоянный электрокардиостимулятор; БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса.

Таблица 3. Зависимость нарушений проводимости от выполнения дилатации

Показатель	Без дилатации	Преддилатация	Постдилатация	Преддилатация и постдилатация	p
Без нарушений проводимости, n (%)	24 (46,2)	21 (40,4)	3 (5,8)	4 (7,7)	—
С нарушениями проводимости, n (%)	20 (69)	9 (31)	0 (0)	0 (0)	0,229

ному выводному тракту под фиброзным треугольником между некоронарной и правой коронарной створками аортального клапана (рис. 3) [10].

Различают три анатомических варианта: в 50% случаев АВ-узел проходит в правой половине МЖП, в 30% — в левой, в 20% — в мембранозной части МЖП под эндокардом. Последние два варианта можно считать повышенным риском возникновения нарушений проводимости при ТИАК, однако установление типа возможно лишь при патологоанатомическом исследовании [11].

Кроме того, длина мембранозной части МЖП является эквивалентом длины между аортальным кольцом и пучком Гиса. А. Namdan et al. показали, что чем короче мембранозная часть МЖП, тем выше вероятность возникновения нарушений проводимости [12].

Н. Jilaihawi et al. показали, что глубина имплантации протеза, превышающая длину мембранозной части МЖП, является независимым предиктором имплантации ПЭКС (ОШ — 8,04; 95%-й ДИ: 2,58; 25,04; $p < 0,001$) [13].

Вышеописанное расположение структур проводящей системы объясняет возникновение нарушений в результате давления имплантированного клапана на окружающие ткани. Данные аутопсии подтверждают наличие локального отека и гематомы МЖП в месте контакта с клапаном [14].

Очевидным решением данной проблемы является выбор минимальной глубины имплантации, однако это может привести к субоптимальной фиксации протеза и, как следствие, дислокации. В настоящее время рекомендуемая глубина имплантации протеза для Evolut R/PRO (Medtronic) составляет 3 мм [15].

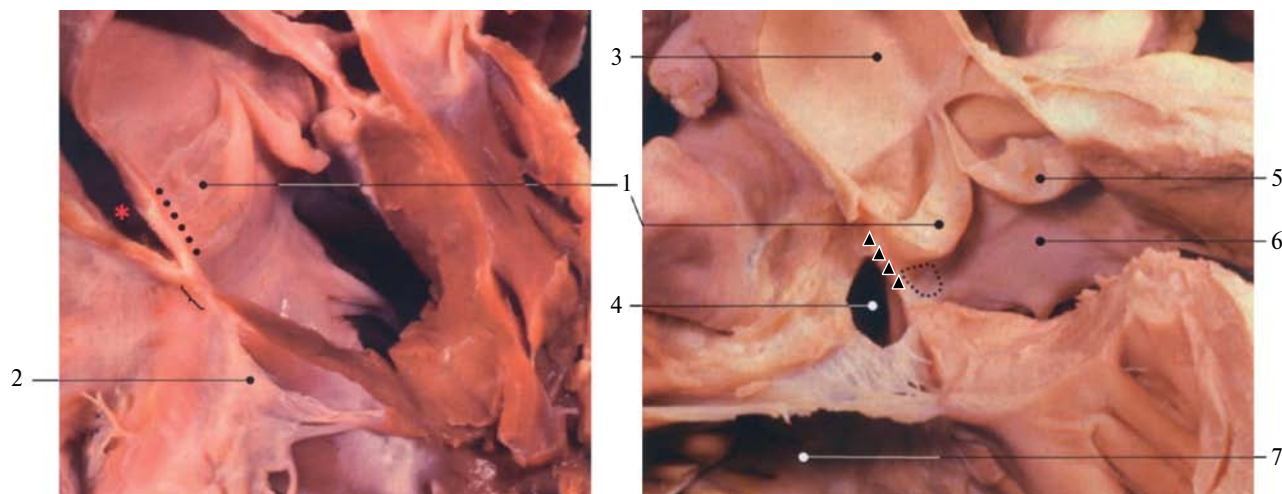


Рис. 3. Анатомические особенности взаиморасположения проводящей системы сердца и аортального клапана: 1 — некоронарная створка; 2 — септальная створка трикуспидального клапана; 3 — аорта; 4 — область удаленной мембранозной перегородки; 5 — левая коронарная створка; 6 — аортальная створка митрального клапана; 7 — отверстие трикуспидального клапана; скобка — расположение выводного тракта левого желудочка; звездочка — поперечный синус перикарда; точечная линия на левой части рисунка — область, отделяющая корень аорты от поперечного синуса; линия из треугольников — место пенетрации пучка Гиса; точечная линия на правой части рисунка — правый фиброзный треугольник

Во время ТИАК глубина протеза оценивается относительно створок аортального клапана. Оптимальная проекция должна предоставлять вид, перпендикулярный аортальному кольцу, в отсутствие параллакса системы доставки. Ранее по данным МСКТ строилась S-кривая для плоскости аортального кольца и рассчитывалась проекция, при которой все три створки располагаются в одну линию (рис. 4).

В отличие от баллонорасширяемых клапанов, для которых требуется копланарная проекция с тремя створками (ЗСТ), при имплантации саморасширяющихся клапанов с рентгенконтрастным маркером на дистальном конце системы доставки существует ряд дополнительных особенностей. Во-первых, следует устранить параллакс системы доставки клапана. Во-вторых, катетер для доставки естественным образом располагается по направлению к внешней кривизне корня аорты. В-третьих, при раскрытии саморасширяющегося клапана контакт происходит от некоронарной створки до левой коронарной створки.

P. Thériault-Lauzier et al. разработали систему двойных S-кривых, при которой помимо традиционной также строилась кривая для системы доставки, а их пересечение считалось оптимальной проекцией, так как аортальный клапан и система доставки оказывались в одной плоскости [16]. Преимущество достигается за счет более точной оценки расстояния между некоронарной створкой и дистальным краем протеза вследствие отсутствия переукорочения. В 90% случаев пересечение кривых располагалось в правой каудальной проекции, в которой сердце отображается в трехкамерной позиции с удлинением ВТЛЖ, тогда как в проекции трех створок в линию (ЗСТ), напротив, сердце расположено в четырехкамерной позиции с укорочением ВТЛЖ. Соответственно, при одинаковой позиции протеза в проекции ЗСТ расстояние до некоронарной створки будет ближе, чем в действительности и в проекции двойных S-кривых, что может привести к недооценке глубины имплантации. Однако данный метод не распространился из-за необходимости специализированного программного обеспечения анализа МСКТ и времени создания двойных S-кривых.

G.H.L. Tang et al. в 2018 г. описали правую каудальную проекцию совмещения правого и левого коронарных синусов — cusp overlap technique (COT), которую можно полу-

чить, модифицировав S-кривую аортального кольца таким образом, что левый и правый коронарные синусы накладываются друг на друга, оставляя некоронарный синус изолированным (рис. 5) [8]. Этот метод имплантации получил широкое распространение в клинической практике.

Потенциальными преимуществами данной проекции при развертывании саморасширяющихся клапанов являются (рис. 6):

- ориентир на одну точку — некоронарный синус;
- устранение параллакса доставляющего катетера;
- короткое визуальное расстояние от протеза аортального клапана до некоронарной створки.

Также к преимуществам данной методики можно отнести лучшую оценку положения и напряжения проводника в левом желудочке, меньшую дозу облучения оператора, а к недостаткам — плохую оценку положения и напряжения системы доставки по внешней или внутренней кривизне дуги в правой каудальной проекции. Поэтому рекомендуется после достижения оптимальной глубины имплантации в проекции COT переместить C-дугу в положение ЗСТ для оценки положения доставляющей системы [17].

В некоторых случаях достижение оптимальной проекции наложения створок требует выстраивание избыточных углов наклона ангиографического детектора, что может быть неосуществимо, особенно у тучных пациентов. В данном случае проекция с тремя створками являлась наиболее благоприятной для выполнения ТИАК. Кроме того, современное программное обеспечение позволяет определять проекцию наложения створок и трех створок на этапе предоперационной подготовки путем анализа МСКТ-ангиографии, что дает возможность сократить количество ангиографий для поиска оптимальной проекции.

С момента представления COT было проведено несколько крупных исследований для оценки безопасности и эффективности данного метода. По данным O. Maier et al., средняя глубина имплантации была значительно ниже при использовании COT ($4,2 \pm 2,7$ против $4,9 \pm 2,3$ мм; $p = 0,007$), что положительно сказалось на частоте имплантации ПЭКС (8,0% — при COT и 16,8% — при ЗСТ; $p = 0,028$). Кроме того, при COT отмечалось меньше новых полных блокад левой ножки пучка Гиса (12,8 против 22,9%; $p = 0,027$) [18].

310

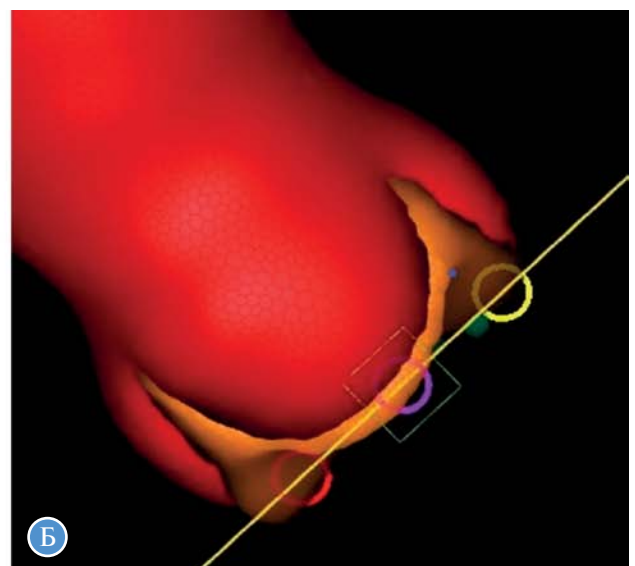
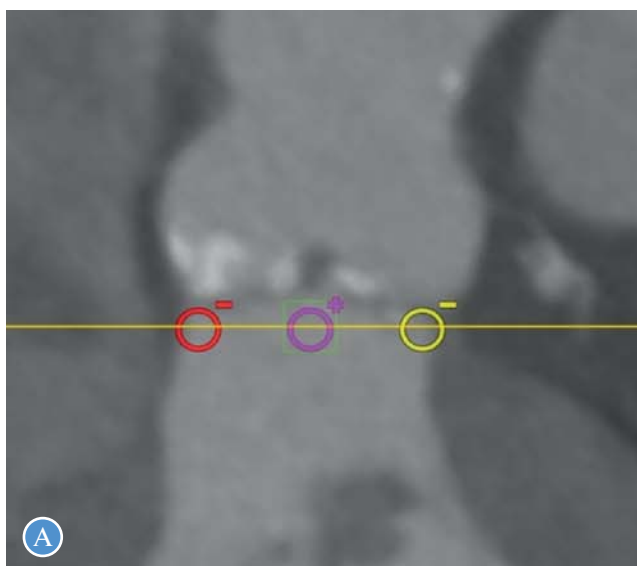


Рис. 4. А — МСКТ-ангиография аортального клапана в проекции трех створок; Б — трехмерная реконструкция корня аортального клапана в проекции трех створок; красный маркер соответствует некоронарной створке, фиолетовый — правой коронарной створке, желтый — левой коронарной створке

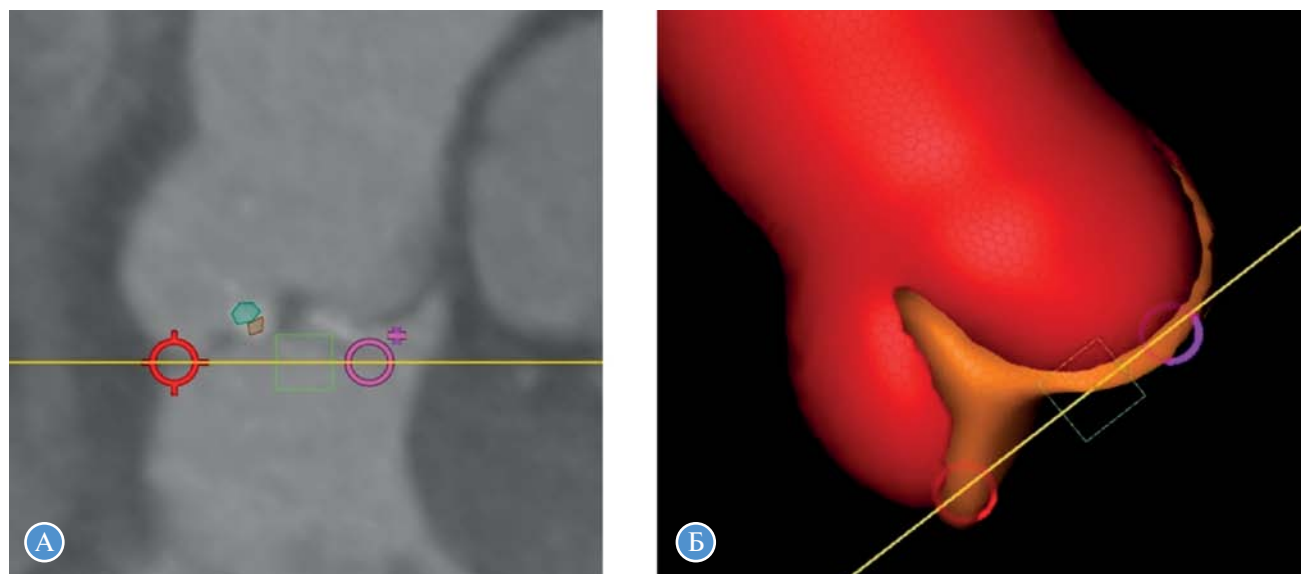


Рис. 5. А — МСКТ-ангиография аортального клапана в проекции наложения створок; Б — трехмерная реконструкция корня аортального клапана в проекции наложения створок; красный маркер соответствует некоронарной створке, фиолетовый — правой коронарной створке, желтый — левой коронарной створке

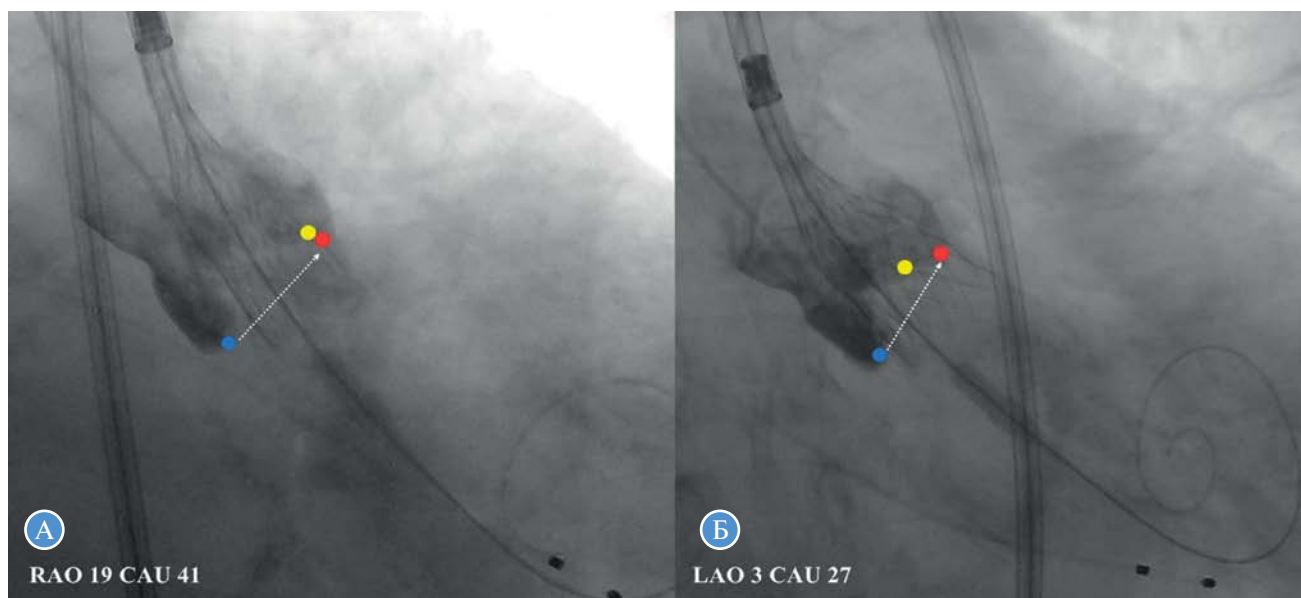


Рис. 6. Имплантация клапана Core Valve Evolute R, ангиография в проекции наложения створок (А) и проекции трех створок (Б)

О.А. Mendiz et al. показали меньшую частоту имплантации ПЭКС (17,8 против 6,4%; $p = 0,004$) и полной блокады левой ножки пучка Гиса (12,9 против 5,8%; $p = 0,05$) при использовании СОТ. Использование СОТ позволяет значительно снизить частоту полной блокады левой ножки пучка Гиса и имплантации ПЭКС без снижения клинических результатов ТИАК [19]. I. Pascual et al. также доказали, что количество ПЭКС было значимо меньше в группе СОТ (11,8 против 21,7%; $p = 0,03$) [20].

По результатам проведенного анализа в группе ЗСТ у 2 (6,5%) пациентов, а в группе СОТ у 3 (6%) пациентов имелось нарушение проводимости сердца в виде АВ-блокады 3-й степени ($p = 0,935$) и у 14 (45,2%) и 10 (20%) соответственно — в виде полной блокады левой ножки пучка Гиса ($p = 0,016$). Вследствие этого мы считаем, что практика применения СОТ в нашем центре позволила чаще достигать оптимальной глубины имплантации про-

теза, что положительно отразилось на частоте нарушений проводимости сердца.

У протезов первого поколения отмечена бльшая частота нарушений проводимости, однако значимой разницы выявлено не было, что может быть связано с недостаточным числом наблюдений. Значимого влияния пред- и постдилатация также не выявлено (см. табл. 3): первичная точка наступала у пациентов без пре- и постдилатации в 69% случаев, а при выполнении преддилатации — в 31% случаев ($p = 0,229$).

В каждой группе зарегистрировано по одному случаю дислокации протеза, потребовавшей имплантации нового клапана. Также в обеих группах было по одному летальному исходу (см. табл. 1). Хотелось отметить, что данные отечественной литературы по этой проблеме ограничены, но наши результаты соотносятся с имеющимися исследованиями. По данным одноцентрового

регистра частота имплантации ПЭКС составила 8,3% (28 из 336 пациентов) [21].

Вопрос о сроках принятия решения об имплантации ПЭКС остается актуальным. Имеются данные о возможности регресса АВ-блокад после ТИАК. Так, по данным E. Rexha et al., у 30% пациентов отмечался регресс в среднем в течение 2,1 дня [22].

В РНЦХ им. Б.В. Петровского всем пациентам во время ТИАК имплантируются временные электрокардиостимуляторы преимущественно трансъюгулярным доступом. В случае отсутствия нарушений ритма и проводимости при комплексе QRS менее 0,15 с, интервале PR менее 0,24 с временный электрокардиостимулятор удаляется на 2-е сут [23].

В обратном случае продолжается ЭКГ-мониторинг пациента и в зависимости от динамики и клинического состояния выполняется имплантация ПЭКС. Минимальный срок от операции до имплантации составил 3 дня, максимальный — 6 дней (средний срок — 4,5 дня). У двух пациентов (28,6%) был отмечен регресс блокады: на 8-е и 14-е сут после ТИАК. В связи с этим мы предрасположены к выбору выжидательной тактики, если клиническое состояние пациента позволяет отсрочить имплантацию ПЭКС.

Полученная значимая разница по объему контрастного вещества (в пользу СОТ), вероятно, обусловлена кривой обучения операторов в группе ЗСТ. Вдобавок отмечена тенденция к снижению времени облучения, что мы также связываем с вышеуказанной причиной, хотя в исследовании O. Maier et al. отсутствовало такое ограничение и пациенты в группе СОТ имели меньший объем рентгенконтрастного вещества ($82,8 \pm 33,4$ против $96,9 \pm 33,6$ мл; $p < 0,001$) и меньше время облучения ($18,4 \pm 7,6$ против $19,8 \pm 7,6$ мин; $p = 0,023$) [18].

Важным выводом проведенного исследования является безопасность и эффективность проведения ТИАК с использованием методики наложения створок.

Одна из особенностей данного исследования — оценка субъективного комфорта оператора при работе в проекции трех створок и проекции наложения створок. При выборе из двух проекций четыре рентгенирурга из четырех высказались в пользу СОТ как более удобной и комфортной для имплантации самораскрывающегося протеза.

Ограничения исследования

Основным недостатком проведенного исследования являются: использование различных моделей транскатетерных протезов аортального клапана с разной радиальной силой; имплантация нерепозиционируемых саморасширяющихся клапанов в группе ЗСТ; разная частота баллонной

вальвулопластики; кривая обучения операторов в группе ЗСТ. Также нами не оценивалась выраженность кальциноза фиброзного кольца и выходного тракта левого желудочка. Значимая разница по первичной точке могла быть обусловлена типом протеза, так как в группе ЗСТ использовались первые поколения клапанов. Несмотря на то что в данном исследовании не оценивалась глубина имплантации клапана, полученные данные позволяют предположить, что использование проекции наложения створок ассоциировано с оптимальной глубиной имплантации протеза.

Заключение

Оптимальная глубина имплантации протеза — важное условие для достижения его гемодинамической эффективности. Чрезмерно высокая имплантация может привести к коронарной обструкции, парапротезному подтеканию. Глубокая имплантация связана с риском аортальной регургитации, высоким риском нарушения проводимости. Несмотря на улучшение дизайна протезов, предоперационного планирования, увеличение опыта операторов, доля имплантации ПЭКС после ТИАК остается высокой. Удобство в работе, безопасность и эффективность методики наложения створок позволяют использовать ее в качестве основной техники при выполнении ТИАК.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Рукопись подготовлена и опубликована за счет финансирования по месту работы авторов.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Участие авторов. Г.В. Мардарян — концепция и дизайн исследования, написание текста; Ш.Г. Чаргазия — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, статистический анализ, написание текста; К.А. Кур-ипа — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, статистический анализ, написание текста; Р.С. Поляков — редактирование; М.В. Пурецкий — редактирование; А.А. Пиркова — редактирование; Г.С. Власко — статистическая обработка данных, статистический анализ; С.О. Попов — редактирование; С.А. Абугов — редактирование. Все авторы внесли значимый вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку рукописи, прочли и одобрили финальную версию текста перед публикацией.

ЛИТЕРАТУРА

- Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med.* 2019;380(18):1695–1705. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1814052>
- Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med.* 2019;380(18):1706–1715. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1816885>
- Sammour Y, Krishnaswamy A, Kumar A, et al. Incidence, Predictors, and Implications of Permanent Pacemaker Requirement After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2021;14(2):115–134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2020.09.063>
- van Rosendaal PJ, Delgado V, Bax JJ. Pacemaker implantation rate after transcatheter aortic valve implantation with early and new-generation devices: a systematic review. *Eur Heart J.* 2018;39(21):2003–2013. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz785>
- Faroux L, Chen S, Muntané-Carol G, et al. Clinical impact of conduction disturbances in transcatheter aortic valve replacement recipients: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 2020;41(29):2771–2781. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz924>
- Arnold M, Achenbach S, Pfeiffer I, et al. A method to determine suitable fluoroscopic projections for transcatheter aortic valve implantation by computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2012;6(6):422–428. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2012.10.008>

7. Binder RK, Leipsic J, Wood D, et al. Prediction of Optimal Deployment Projection for Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Interv.* 2012;5(2):247–252. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.111.966531>
8. Tang GHL, Zaid S, Michev I, et al. “Cusp-Overlap” View Simplifies Fluoroscopy-Guided Implantation of Self-Expanding Valve in Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11(16):1663–1665. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.03.018>
9. Rodés-Cabau J, Ellenbogen KA, Krahn AD, et al. Management of Conduction Disturbances Associated With Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74(8):1086–1106. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.07.014>
10. Андерсон Р.Г., Спайсер Д.Е., Хлавачек Э.М., и др. *Хирургическая анатомия сердца по Уилкоксу*: пер. с англ. / под науч. ред. Г.Э. Фальковского, С.П. Глянцова, Ю.С. Глянцовой. — М.: Логосфера, 2015. — 456 с. [Anderson RG, Spiser DE, Hlavacek EM, et al. *Wilcox's Surgical Anatomy of the Heart*. Fal'kovskij GE, Glyancev SP, Glyanceva YuS (eds). Moscow: Logosfera; 2015. 456 p. (In Russ.)]
11. Kawashima T, Sato F. Visualizing anatomical evidences on atrioventricular conduction system for TAVI. *Int J Cardiol.* 2014;174(1):1–6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.04.003>
12. Hamdan A, Guetta V, Klempfner R, et al. Inverse Relationship between Membranous Septal Length and the Risk of Atrioventricular Block in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8(9):1218–1228. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.05.010>
13. Jilaihawi H, Zhao Z, Du R, et al. Minimizing Permanent Pacemaker Following Repositionable Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12(18):1796–1807. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.05.056>
14. Moreno R, Dobarro D, López de Sá E, et al. Cause of complete atrioventricular block after percutaneous aortic valve implantation: insights from a necropsy study. *Circulation.* 2009;120(5):e29–30. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.849281>
15. Petronio AS, Sinning JM, Van Mieghem N, et al. Optimal Implantation Depth and Adherence to Guidelines on Permanent Pacing to Improve the Results of Transcatheter Aortic Valve Replacement with the Medtronic CoreValve System. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015;8(6):837–846. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.02.005>
16. Thériault-Lauzier P, Andalib A, Martucci G, et al. Fluoroscopic Anatomy of Left-Sided Heart Structures for Transcatheter Interventions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2014;7:947–957. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.06.002>
17. Cusp Overlap Technique in TAVR. *Cardiac Interventions Today*. January/February 2021. Available from: <https://citoday.com/articles/2021-jan-feb-supplement/cusp-overlap-technique-in-tavr>
18. Maier O, Piayda K, Binneböbel S, et al. Real-world experience with the cusp-overlap deployment technique in transcatheter aortic valve replacement: A propensity-matched analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:847568. doi: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.847568>
19. Mendiz OA, Noč M, Fava CM, et al. Impact of Cusp-Overlap View for TAVR with Self-Expandable Valves on 30-Day Conduction Disturbances. *J Interv Cardiol.* 2021;2021:9991528. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/9991528>
20. Pascual I, Hernández-Vaquero D, Alperi A, et al. Permanent Pacemaker Reduction Using Cusp-Overlapping Projection in TAVR. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022;15(2):150–161. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2021.10.002>
21. Баранов А.А., Крестьянинов О.В., Хелимский Д.А., и др. Постоянная электрокардиостимуляция после транскатерной имплантации самораскрывающихся биопротезов аортального клапана: данные одноцентрового регистра // *Патология кровообращения и кардиохирургия*. — 2022. — Т. 26. — № 3. — С. 50–63. [Baranov AA, Krestyaninov OV, Khelinskii DA, et al. Permanent pacemaker implantation after transcatheter self-expanding aortic valve replacement: data from a single-center registry. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2022;26(3):50–63. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2022-3-50-63>
22. Rexha E, Schlichting A, Chung D, et al. Tick Tock timing of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement. A single center review. *Europace.* 2023;25(Suppl_1). doi: <https://doi.org/10.1093/europace/euad122.252>
23. Rodés-Cabau J, Ellenbogen KA, Krahn AD, et al. Management of Conduction Disturbances Associated with Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74(8):1086–1106. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.07.014>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Чаргазия Шота Георгиевич, клинический ординатор [Shota G. Chargazia, Clinical Resident]; адрес: 119991, Москва, Абрикосовский пер., д. 2 [address: 2 Abrikosovsky lane, 119991, Moscow, Russian Federation]; e-mail: shota.chg@gmail.com, SPIN-код: 5965-6158, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8598-2933>

Марданян Гайк Ваникович, к.м.н. [Gaik V. Vardanyan, MD, PhD]; e-mail: haikrurg@gmail.com, SPIN-код: 2707-0511, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7442-520X>

Кур-ипа Куазим Асланович, клинический ординатор [Kiazim A. Kur-ipa, Clinical Resident]; e-mail: kuripo90@gmail.com, SPIN-код: 1778-4140, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2395-5999>

Поляков Роман Сергеевич, д.м.н., профессор [Roman S. Polyakov, MD, PhD, Professor]; e-mail: roman.polyakov@gmail.com, SPIN-код: 9515-5680, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9323-4003>

Пурецкий Михаил Владимирович, д.м.н., профессор [Mikhail V. Puretsky, MD, PhD, Professor]; e-mail: 9672287797@mail.ru, SPIN-код: 8905-1410, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4988-4102>

Пиркова Александра Александровна, к.м.н. [Alexandra A. Pirkova, MD, PhD]; e-mail: 9672287797@mail.ru, SPIN-код: 4024-4326, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5101-1004>

Власко Гордей Станиславович, аспирант [Gordey St. Vlasko, PhD, Student]; e-mail: vlasko13@yandex.ru, SPIN-код: 9687-2557, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8521-7126>

Попов Сергей Олегович, к.м.н. [Sergey O. Popov, MD, PhD]; e-mail: Dr.Popov_S@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4488-1597>

Абугов Сергей Александрович, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН [Sergey A. Abugov, MD, PhD, Professor, Corresponding Member of the RAS]; e-mail: sabugov@gmail.com, SPIN-код: 1126-8001, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7636-4044>