

## ОБСТРУКЦИЯ ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ ВО ВРЕМЯ ГИБРИДНОЙ ТРАНСКАТЕТЕРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА: АНАТОМИЯ, ФАКТОРЫ РИСКА, ПРОФИЛАКТИКА И СТЕНТИРОВАНИЕ

Власенко С.В.<sup>1</sup>, Бирюков А.В.<sup>2</sup>,  
Вильданов Т.Р.<sup>2</sup>, Корепанова А.И.<sup>2</sup>,  
Святова А.В.\*<sup>2</sup>

DOI: 10.25881/BPNMSC.2021.53.55.032

<sup>1</sup> ГБУЗ «Городская больница №40  
Курортного района», Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский  
государственный медицинский  
университет им. академика И.П. Павлова»,  
Санкт-Петербург

**Резюме.** Благодаря совершенствованию технологии транскатетерной имплантации аортального клапана (ТИАК), показания для этой операции расширяются. В статье описывается клинический случай обструкции левой коронарной артерии во время ТИАК, факторы риска развития и методы его предупреждения этого осложнения.

Клиническое наблюдение: пациентка 64 лет, с критическим аортальным стенозом. Риск операции с искусственным кровообращением (ИК) по EuroSCORE II — 5%, сахарный диабет, стентирование передней межжелудочковой артерии, невозможность трансфеморального доступа вследствие выраженных атеросклеротических изменений подвздошно-бедренного сегмента, выраженный кальциноз аорты и угол между длинной осью корня аорты и продольной осью левого желудочка (ЛЖ) 42°. Конечный диастолический объем (КДО) ЛЖ — 74 мл (индексированный КДО — 37 мл/м<sup>2</sup>). Гипертрофия ЛЖ, фракция выброса ЛЖ — 65%. После транскапальной имплантации аортального клапана Мед-Лаб-КТ 27 мм произошла субокклюзия устья ствола левой коронарной артерии (отдавлен кальцинированным конгломератом левой коронарной створки). Выполнена баллонная ангиопластика и стентирование ствола левой коронарной артерии.

Вывод: Обструкция левой коронарной артерии створкой нативного кальцинированного клапана происходит при низком положении устья коронарной артерии, узком корне аорты с высотой синусов Вальсальвы в диапазоне от 7 до 12 мм, что создает мало места для нативных створок клапана после раскрытия протеза, а также объемных кальцинированных образований на нативных левой или правой коронарных створках.

**Ключевые слова:** транскатетерная имплантация аортального клапана, левая коронарная артерия, клинический случай.

### Актуальность

Для определения оптимальной тактики вмешательства на аортальном клапане и получения хороших результатов необходимы надежные дооперационные морфогометрические критерии принятия решения в пользу интервенционного или открытого хирургического вмеша-

### LEFT CORONARY ARTERY OBSTRUCTION DURING HYBRID AORTIC VALVE IMPLANTATION: ANATOMY, RISK ASSESSMENT, PREVENTION AND STENTING

Vlasenko S.V.<sup>1</sup>, Biryukov A.V.<sup>2</sup>, Vil'danov T.R.<sup>2</sup>, Korepanova A.I.<sup>2</sup>, Svyatova A.V.\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hospital №40 of Kurortny District, St. Petersburg

<sup>2</sup> First Pavlov State Medical University of St. Petersburg

**Abstract.** Due to the improvement of the technology of transcatheter aortic valve implantation (TAVI), the indications for this operation are extended. Clinical case of left coronary artery obstruction during TAVI, risk factors and prevention are described.

Case description: A 64-year-old female patient with critical aortic stenosis. The risk of surgery with heart lung machine according to EuroSCORE II — 5%, diabetes mellitus, previous stenting of left anterior descending artery. Severe atherosclerotic lesions of ilio-femoral arterial segments, calcification of the aorta and the angle between the long axis of aortic root and the longitudinal axis of left ventricle (LV) 42°. LVEDV — 74 ml (indexed LVEDV — 37 ml / m<sup>2</sup>). LV hypertrophy, EFLV — 65%. After transcatheter implantation of Med-Lab-CT 27 mm aortic valve, narrowing of left mainstem (compressed by calcified left coronary leaflet) occurred. Balloon dilatation and stenting of the left mainstem was performed.

Conclusion: Obstruction of the left mainstem by the leaflet of the native calcified aortic valve occurs at the presence of low height of the orifice of the coronary artery, a narrow aortic root with a height of the Valsalva sinuses in the range from 7 to 12 mm, which creates limited space for the prosthesis, as well as bulky calcified formations on the native left or right valves.

**Keywords:** transcatheter aortic valve replacement, TAVI, clinical case.

тельства на корне аорты [1]. До сих пор остается актуальной оценка взаимосвязи площади и высоты межзаслоночных структур аортального клапана с риском развития осложнений при ТИАК. Необходимы четкие критерии достижения оптимальной функции имплантированного протеза аортального клапана и

сохранения геометрии структур корня аорты после интервенционных вмешательств. ТИАК является альтернативным вариантом хирургического протезирования аортального клапана. В исследовании PARTNER III, являющимся основой рекомендаций по применению ТИАК у пациентов с низким риском показано, что

\* e-mail: www.svyatovaneta@mail.ru

с учетом летальных исходов, инсультов и повторных госпитализаций, ТИАК имеет ряд преимуществ перед хирургическим лечением [2]. Согласно данным Vahl T.P. et al. летальность при ТИАК не превышает 3% у пациентов высокого хирургического риска [3; 4]. Одним из специфических осложнений является обструкция коронарных артерий во время ТИАК.

### Описание случая

Пациентка П., 64 лет в течение 5 лет предъявляла жалобы на головокружение, периодические сжимающие боли в грудной клетке и одышку при умеренной физической нагрузке, а также повышение АД более 30 лет. В 2015 г. выполнено стентирование передней межжелудочковой артерии (ПМЖА). При контрольной эхокардиографии через 5 лет выявлено увеличение градиента на АК (средний градиент 41 мм рт. ст.) на фоне двустворчатого аортального клапана, что стало показанием к операции. Показаниями к гибриднему вмешательству являлись риск операции с ИК (EuroSCORE II 5%), сахарный диабет, стентирование ПМЖА, невозможность трансфеморального доступа вследствие выраженных атеросклеротических изменений подвздошно-бедренного сегмента, выраженный кальциноз аорты и угол между длинной осью корня аорты и продольной осью левого желудочка 42°.

При клиническом осмотре отмечена бледность кожных покровов как проявление высокого общего периферического сопротивления вследствие аортального стеноза и хронического синдрома малого выброса. На этом фоне конечный диастолический объем левого желудочка

составлял 74 мл (КДИ — 37 мл/м<sup>2</sup>). Вследствие препятствия току крови из ЛЖ в аорту из-за сужения отверстия аортального клапана (площадь отверстия АК — 0,6 см<sup>2</sup>) были выявлены признаки гипертрофии левого желудочка, развившейся компенсаторно (толщина задней стенки левого желудочка: 14 мм, межжелудочковой перегородки — 15 мм). Косвенным признаком гипертрофии камер сердца являлась полная блокада левой ножки пучка Гиса на электрокардиографии. Несмотря на это, фракция выброса левого желудочка оставалась сохранной — 65%.

На коронароангиографии: стент в передней межжелудочковой артерии с признаками рестеноза до 40%.

Для более наглядной детализации всех структур сердца была выполнена МСКТ-ангиография (Рис. 1).

На основании данных обследования пациентке выставлен диагноз: Комбинированный порок аортального клапана, аортальная недостаточность 1 степени, аортальный стеноз 3 ст., кальциноз 3 степени. Врожденная аномалия развития в форме двустворчатого аортального клапана.

### Описание операции

Под эндотрахеальным наркозом выполнен бедренный доступ, заведены необходимые инструменты. Выполнена аортография (Рис. 2).

Изначально выполнена баллонная внутриаортальная вальвулопластика аортального клапана, после чего проведена система доставки с обжатием на баллоне протезом клапана Мед-Лаб-КТ 27 мм. Под R-контролем протез позиционирован в проекции аортального клапана

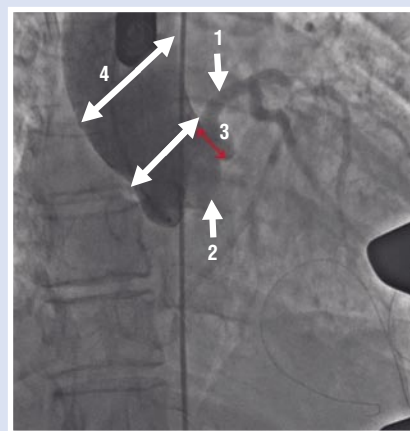


Рис. 2. Ангиография корня аорты (1 — ствол левой коронарной артерии; 2 — кальциноз аортального клапана; 3 — расстояние от аортального клапана до устья левой коронарной артерии; 4 — постстенотическое расширение).

и имплантирован в фиброзное кольцо (Рис. 3).

После имплантации клапана на чреспищеводной эхокардиографии — створки клапана раскрыты полностью, минимальная фистула в 1 мм в области аорто-митрального контакта. На контрольной коронароангиографии видна субокклюзия устья ствола левой коронарной артерии (отдавлен извне кальцинированным конгломератом нативной створки), кровоток TIMI 1 (Рис. 4).

Учитывая высокий риск летального исхода выполнена баллонная ангиопластика и стентирование ствола левой коронарной артерии. Стент расправлен полностью, диссекций нет (Рис. 5).

В послеоперационном периоде при контрольной ЭхоКГ гемодинамически значимой транспротезной и парапротезной регургитации не выявлено. В течение 2 суток сохранялась необходимость в вазопрессорной и инотропной поддержке далее состояние стабилизировалось и пациентка выписана из стационара.

### Обсуждение

С момента внедрения в широкую клиническую практику ТИАК рассматривалась в качестве альтернативного вмешательства у пациентов с выраженным аортальным стенозом, имеющим высокий хирургический риск. Под высоким хирургическим риском подразумевается возможность развития осложнений, связанных с искусственным кровообращением, кардиоплегией и стерильной инфекцией [5–7; 17]. Основными проблемами, которые предстоит решить при

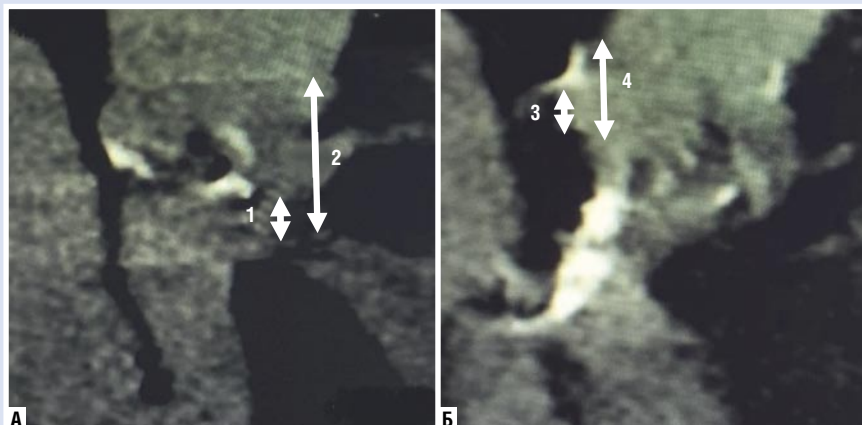


Рис. 1. МСКТ-ангиография (А — левый коронарный синус; Б — правый коронарный синус; 1 — высота устья левой коронарной артерии; 2 — высота левого коронарного синуса; 3 — высота устья правой коронарной артерии; 4 — высота правого коронарного синуса).

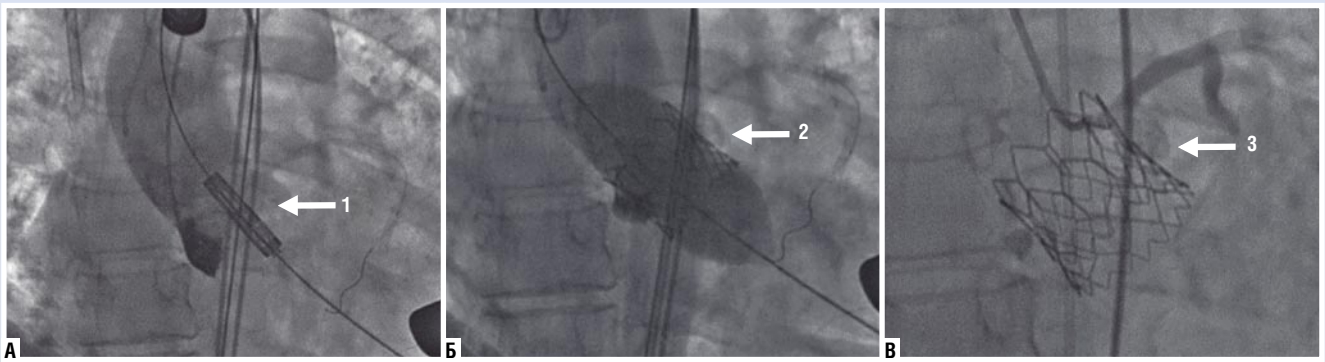


Рис. 3. Этапы имплантации устройства. (А — проведение устройства; Б — раскрытие устройства; В — полное открытие устройства; 1 — собранный искусственный клапан; 2 — раздутый баллон; 3 — установленный искусственный клапан).

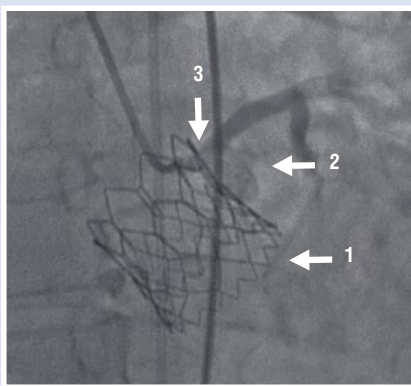


Рис. 4. Контрольная коронарография (1 — установленный клапан; 2 — кальцификат створки нативного клапана; 3 — субокклюзия ствола левой коронарной артерии).

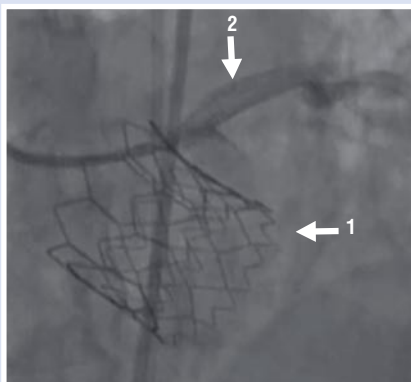


Рис. 5. Стентирование ствола левой коронарной артерии (1 — установленный искусственный клапан; 2 — стент в стволе левой коронарной артерии).

использовании интервенционных технологий, остаются риск развития цереброваскулярных осложнений, резидуальной регургитации и атриовентрикулярной блокады с необходимостью установки электрокардиостимулятора [8].

Табл. 1.

| Связанные с доступом         | Связанные с наличием имплантата            |
|------------------------------|--|
| Диссекция сосуда             | Инсульт                                    |
| Стеноз сосуда                | Атриовентрикулярная блокада                |
| Кровотечение в месте доступа | Тромбоз биопротеза                         |
| Инфицирование места доступа  | Структурные дисфункции                     |
| Тромбоз сосуда               | Неструктурные дисфункции                   |
| Аневризмы                    | Мальпозиционирование протеза               |
| Псевдоаневризмы              | Кровотечение                               |
| Разрыв сосуда                | Инфекционный эндокардит клапанного протеза |
| Разрыв миокарда              |  |
| Образование рубцов           |  |

ТИАК имеет ряд специфических осложнений (таб. 1) [9; 10].

По данным различных исследований, обструкция коронарных артерий развивается в 0,66% случаев всех ТИАК, причем в 88,6% случаев связано с левой коронарной артерией [11; 12]. В 98% случаев обструкция коронарной артерии происходит из-за смещения нативной кальцинированной створки [12; 13]. Такая ситуация требует своевременного принятия мер по восстановлению кровотока в коронарной артерии.

На основе анализа представленной литературы выделены следующие факторы риска коронарной обструкции во время ТИАК [11; 14]:

1. Низкое положение устья коронарной артерии (расстояние от корня аорты до устья коронарной артерии).
2. Узкий корень аорты с низкими синусами Вальсальвы.
3. Женский пол.
4. Использование баллона для расправления клапана.
5. Выраженный кальциноз клапана.

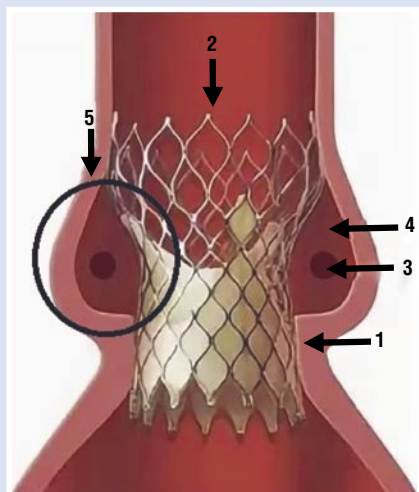
Ribeiro Н.В. Et al. рекомендуют такие меры защиты коронарной артерии, как проведение проводника в артерию перед установкой клапана, стентирование коро-

нарной артерии до или во время ТИАК, а так же использование баллоннорасширяемых протезов, которые являются низкопрофильными с широкими ячейками, что облегчает прохождение инструментов для стентирования коронарных артерий в случае их окклюзии [11; 13].

Наличие биологического протеза по данным многих исследований само по себе сопряжено с риском его тромбоза [11]. При имплантации биопротеза происходит травмирование эндотелия в зоне установки клапана и возникает зона турбулентного тока крови вокруг биопротеза, что согласно триаде Вирхова является факторами тромбообразования. Кроме того, после установки клапана образуются «слепые карманы» (Рис. 6). Образующиеся в них тромботические массы, часто служат источником эмболий.

Наличие дополнительных металлических конструкций в виде стента увеличивает риски тромбоэмболических осложнений [14].

Предупреждение и своевременного диагностирования предикторов данного осложнения на данный момент остается сложной задачей, что обусловлено отсутствием четких критериев его диагностики, а так же единой стратегии про-



**Рис. 6.** «Слепые карманы» после имплантации клапана (1 — аортальное кольцо; 2 — установленный искусственный клапан; 3 — устье коронарной артерии; 4 — коронарный синус; 5 — образовавшиеся «слепые карманы»).

филактики тромбоэмболических осложнений. В рекомендациях Американского и Европейского сообществ кардиологов рекомендуется двойная антиагрегантная терапия от 3 до 6 месяцев, с последующим переходом на монотерапию [15; 16].

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

**ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES**

1. Хубулава Г.Г., Марченко С.П., Старчик Д.А. и др. Геометрические и морфологические характеристики корня аорты в норме и при недостаточности аортального клапана // Хирургия. — 2018. — Т.57. — С.4–13. [Hubulava GG, Marchenko SP, Starchik DA, et al. Geometricheskie i morfologicheskie harakteristiki kornya aorty v norme i pri nedostatocznosti aortal'nogo klapana. *Hirurgiya*. 2018; 57: 4–13. (In Russ).]
2. Mack M, Leon M, Thourani V, Makkar R, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients. *N Engl J Med*. 2019; 380(18): 1695–1705.

3. Vahl TP, Kodali SK, Leon MB. Transcatheter Aortic Valve Replacement 2016: A Modern-Day “through the Looking-Glass” Adventure. *J Am Coll Cardiol*. 2016; 67(12): 1472–1487.
4. Krasopoulos G, Falconieri F, Benedetto U, et al. European real world trans-catheter aortic valve implantation: Systematic review and meta-analysis of European national registries. *J Cardiothorac Surg*. 2016; 11(1): 46–51.
5. Белевитин А.Б., Хубулава Г.Г., Сазонов А.Б. и др. Хирургическое лечение заболеваний грудной аорты // Медицинский академический журнал. — 2010. — Т.10. — №3. — С. 45–51. [Belevitin AB, Hubulava GG, Sazonov AB, et al. Hirurgicheskoe lechenie zabolevanij grudnoj aorty. *Medicinskij akademicheskij zhurnal*. 2010; 10(3): 45–51. (In Russ).]
6. Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Наумов А.Б., Суворов В.В., Марченко С.П., Аверкин И.И. Патфизиологические механизмы и факторы риска стеральной инфекции в кардиохирургии // Вестник российской военно-медицинской академии. — 2013. — Т.41. — №1. — С.174–179. [Hubulava GG, SHihverdiev NN, Naumov AB, Suvorov VV, Marchenko SP, Averkin II. Patofiziologicheskie mekhanizmy i faktory riska sternal'noj infekcii v kardiohirurgii. *Vestnik rossijskoj voenno-meditsinskoj akademii*. 2013; 41(1): 174–179. (In Russ).]
7. Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Фогт П.Р. и др. Результаты применения методики элиминации стеральной инфекции у кардиохирургических пациентов // Вестник хирургии им ИИ Грекова. — 2015. — Т.174. — №5. — С.57–60. [Hubulava GG, SHihverdiev NN, Fogt PR, et al. Rezul'taty primeneniya metodiki eliminacii sternal'noj infekcii u kardiohirurgicheskikh pacientov. *Vestnik hirurgii im II Grekova*. 2015; 174(5): 57–60. (In Russ).]
8. Eggebrecht H, Vaquerizo B, Moris C, Bossone E, et al. Incidence and outcomes of emergent cardiac surgery during transfemoral transcatheter aortic valve implantation (TAVI): Insights from the e uropean R egistry on e mergent C ardiac S urgery during TAVI (EuRECS-TAVI). *Eur Heart J*. 2018; 39(8): 676–684.
9. Howard C, Jullian L, Joshi M, et al. TAVI and the future of aortic valve replacement. *J Card Surg*. 2019; 34(12): 1577–1590.
10. Шихвердиев Н.Н., Хубулава Г.Г., Марченко С.П. Лечение пациентов кардиологического профиля. Современные хирургические возможности. — СПб, 2011. — 206 с. [SHihverdiev NN, Hubulava GG, Marchenko SP. Lechenie pacientov kardiologicheskogo profilja. *Sovremennye hirurgicheskie vozmozhnosti*. Spb, 2011. 206 p. (In Russ).]
11. Combaret N, Bouchant M, Motreff P, Souteyrand G. TAVI and coronary revascularization. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)*. 2019; 68(6): 423–428.
12. Pfeiffer S, Santarpino G, Fischlein T, Jessl J, Pauschinger M. Coronary obstruction following TAVI valve-in-valve: Could we prevent it? *Catheter Cardiovasc Interv*. 2013; 81(2): 386.
13. Ribeiro HB, Webb JG, Makkar RR, et al. Predictive factors, management, and clinical outcomes of coronary obstruction following transcatheter aortic valve implantation: Insights from a large multicenter registry. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 62(17): 1552–1562.
14. Ribeiro HB, Nombela-Franco L, Urena M, Mok M, Pasion S, Doyle D, et al. Coronary obstruction following transcatheter aortic valve implantation: A systematic review. *JACC Cardiovasc Interv*. 2013; 6(5): 452–461.
15. Nishimura R.A, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Fleisher LA, et al. 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.
16. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017; 38(36): 2739–2786.
17. Хубулава Г.Г., Шихвердиев Н.Н., Пайвин А.А., Марченко С.П., Наумов А.Б. и др. Защита миокарда при операциях на сердце. СПб: Дитон. — 143 с. [Hubulava GG, SHihverdiev NN, Pajvin AA, Marchenko SP, Naumov AB, et al. *Zashchita miokarda pri operacijah na serdce*. Spb: Diton. 143 p. (In Russ).]