

Literature Review

MANAJEMEN STENOSIS AORTA: TINJAUAN SINGKAT MENGENAI IMPLANTASI KATUP AORTA TRANSKATETER

Sidhi Laksono^{1,2*}

Divisi Kardiologi Intervensi, Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskuler, RS Jantung Siloam Cinere, Depok, Indonesia¹

Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka, Tangerang, Indonesia²

Email Corresponding:

sidhilaksono@uhamka.ac.id

Page : 1-7

Kata Kunci :

TAVI, indikasi, kontraindikasi, persiapan, teknik, komplikasi

Keywords:

TAVI, indication, contraindication, preparation, technique, complication.

Article History:

Received: 16-9-2024

Revised: 19-08-2025

Accepted: 22-08-2025

Published by:

Tadulako University,

Managed by Faculty of Medicine.

Email: tadulakomedika@gmail.com

Address:

Jalan Soekarno Hatta Km. 9. City of Palu, Central Sulawesi, Indonesia

ABSTRAK

Stenosis aorta (AS) merupakan penyebab tersering obstruksi ventrikel kiri dan biasanya disebabkan oleh kalsifikasi progresif katup aorta. Penggantian katup aorta secara bedah (SAVR) menjadi terapi standar, tetapi pasien berisiko tinggi sering hanya mendapat terapi paliatif dengan hasil jangka panjang terbatas. Tinjauan ini membahas peran *Transcatheter Aortic Valve Implantation* (TAVI) sebagai alternatif minimal invasif pada pasien lanjut usia atau berisiko tinggi dengan AS berat. TAVI terbukti efektif dalam memperbaiki gejala dan memberikan hasil mortalitas yang setara dengan SAVR, dengan keuntungan berupa masa rawat inap lebih singkat dan pemulihan lebih cepat. Pemilihan pasien yang tepat, evaluasi multimodalitas (ekokardiografi, CT, fluoroskopi), dan kolaborasi tim jantung multidisiplin terbukti penting untuk keberhasilan prosedur. Risiko komplikasi tetap ada, termasuk regurgitasi paravalvular, gangguan konduksi, dan cedera vaskular. TAVI adalah alternatif aman dan efektif untuk pasien AS berat yang berisiko tinggi atau lanjut usia. Keberhasilan prosedur bergantung pada seleksi pasien, persiapan matang, dan kerja sama tim multidisiplin untuk meminimalkan komplikasi.

ABSTRACT

Aortic stenosis (AS) is the most common cause of left ventricular outflow obstruction and is usually due to progressive calcification of the aortic valve. Surgical aortic valve replacement (SAVR) remains the standard treatment; however, high-risk patients often receive only palliative therapy, which provides limited long-term benefit. This review discusses the role of transcatheter aortic valve implantation (TAVI) as a minimally invasive alternative for elderly or high-risk patients with severe AS. TAVI has been shown to effectively improve symptoms and achieve mortality outcomes comparable to SAVR, while offering advantages such as shorter hospital stays and faster recovery. Optimal patient selection, multimodality assessment (including echocardiography, computed tomography, and fluoroscopy), and collaboration within a multidisciplinary heart team are crucial for procedural success. Complications may still occur, including paravalvular regurgitation, conduction disturbances, and vascular injury. TAVI represents a safe and effective alternative for high-risk or elderly patients with severe AS, with procedural success dependent on careful patient selection, thorough preparation, and coordinated multidisciplinary management to minimize complications.

PENDAHULUAN

Stenosis aorta (AS) disebabkan oleh kalsifikasi katup yang progresif dan merupakan penyebab paling umum dari obstruksi saluran keluar ventrikel kiri.¹ Jika AS derajat moderate muncul, ada kemungkinan besar berkembang menjadi AS derajat berat. Penggantian katup aorta secara bedah telah menjadi pengobatan standar untuk pasien dengan gejala AS yang parah.² Sebelumnya, pasien yang dianggap berisiko tinggi untuk menjalani operasi hanya dapat diberikan diuretik dan valvuloplasti balon yang berfungsi sebagai pengobatan paliatif dan tidak berdampak pada hasil jangka panjang. Perkembangan penggantian/implantasi katup aorta transkateter (TAVI) telah muncul sebagai penyelamat bagi pasien yang dianggap tidak dapat dioperasi, memberikan perbaikan gejala dan manfaat kematian yang signifikan secara statistik.³ Tinjauan ini bertujuan untuk membahas penggunaan TAVI sebagai manajemen terapi terhadap pasien usia tua dengan AS derajat berat.

ANATOMI DAN FISILOGI KATUP AORTA

Katup aorta merupakan sistem pengatur yang kompleks dan sangat penting untuk fungsi optimal jantung, terdiri dari beberapa komponen yang membentuk satu kesatuan biomekanis yang secara efisien mengatur gaya yang bekerja selama siklus jantung.⁴

Katup aorta normal merupakan salah satu dari dua katup semilunar dan memisahkan ventrikel kiri dari aorta. Terdiri dari tiga helai daun/kuspid (kuspid koroner kiri, koroner kanan, dan non-koroner) yang melekat pada annulus aorta yang biasanya membuka sekitar 3-5 cm². Daun katup aorta memiliki satu sisi bebas dan sisi lainnya melekat pada akar aorta dengan bentuk setengah lingkaran. Bagian tepi bebas ini memanjang dari satu komisura ke komisura lainnya, dengan panjang sekitar 1,2 kali diameter pada perbatasan sinutubular. Bentuk daun katup menyerupai cekungan atau

kuspid, karena tinggi maksimum daun katup lebih rendah dibandingkan tinggi sinus yang sesuai.⁵

Katup aorta normal umumnya merupakan jaringan avaskular yang mendapatkan suplai oksigen dan nutrisi melalui difusi dari darah yang bersirkulasi.⁶ Ekokardiografi transthorakal biasanya digunakan untuk mengevaluasi katup aorta, namun modalitas pencitraan tambahan termasuk ekokardiografi transesophageal dan CT juga biasa digunakan. Katup aorta dianggap sangat stenotik bila terbuka pada area seluas $\leq 1,0$ cm². AS gradien tinggi adalah bentuk paling umum dari AS derajat berat dan ditentukan oleh gradien rata-rata ≥ 40 mmHg dan kecepatan pancaran aorta > 4 m/s. AS derajat berat dengan aliran rendah dan gradien rendah adalah bentuk AS derajat berat yang jarang ditemukan. Kelompok pasien ini memiliki laju aliran darah yang rendah melalui katup, baik karena disfungsi sistolik dengan berkurangnya fraksi ejeksi ventrikel kiri (LVEF) atau karena volume ventrikel yang kecil akibat hipertrofi ventrikel kiri (dengan LVEF normal). Pada pasien dengan LVEF normal, kondisi aliran rendah didefinisikan sebagai indeks volume sekuncup ≤ 35 mL/m², yang mencerminkan gangguan pengisian atau pengosongan ventrikel meskipun fungsi sistolik terjaga. Pasien dengan aliran rendah dan LVEF yang rendah seharusnya dilakukan pemeriksaan ekokardiogram stres dobutamin untuk membedakan stenosis parah yang sebenarnya dari pseudostenosis atau tidak.⁷

INDIKASI

TAVI direkomendasikan pada pasien dengan usia lanjut, riwayat operasi jantung ulang, kondisi lemah, risiko pembedahan yang tinggi, ketersediaan akses femoral, riwayat paparan radiasi pada dada, atau adanya aorta berkapur.⁸ Indikasi penggantian katup aorta (bedah atau transkateter) adalah sebagai berikut:⁹

1. AS derajat tinggi yang parah dengan gejala (rekomenadasi kelas I, bukti tingkat B)
2. Pasien tanpa gejala dengan AS parah dan LVEF <50 (rekomenadasi kelas I, bukti level B)
3. AS parah saat menjalani operasi jantung lainnya (rekomenadasi kelas I, bukti level B)
4. AS parah tanpa gejala dan risiko bedah rendah (rekomenadasi kelas IIa, bukti level B)
5. Bergejala dengan AS parah aliran rendah/gradien rendah (rekomenadasi kelas IIa, bukti level B)
6. AS sedang dan menjalani operasi jantung lainnya (rekomenadasi kelas IIa, bukti level C)

TAVI disetujui untuk hal-hal berikut:¹⁰

1. Pasien risiko bedah rendah hingga tinggi dengan AS parah
2. Prosedur katup-dalam-katup untuk katup bioprostetik sebelumnya yang gagal

KONTRAINDIKASI

TAVI tidak dapat dilakukan jika akses transfemoral tidak memungkinkan.¹¹ Kontraindikasi lainnya yaitu harapan hidup kurang dari 12 bulan karena penyebab nonjantung, infark miokard dalam tiga puluh hari terakhir, katup unicuspid kongenital, bikuspid atau nonkalsifikasi, kardiomiopati hipertrofik, jarak pendek antara annulus dan ostium koroner, perlunya pembedahan darurat, fraksi ejeksi ventrikel kiri kurang dari 20%, hipertensi pulmonal berat dengan disfungsi ventrikel kanan, bukti ekokardiografi adanya massa intrakardiak, trombus atau vegetasi, anulus aorta asli lebih kecil dari 18 atau lebih besar dari 25 mm, regurgitasi mitral parah, MRI mengkonfirmasi CVA atau TIA dalam enam bulan terakhir, akhir- penyakit ginjal stadium, penyakit katup aorta campuran (regurgitasi

aorta yang terjadi bersamaan), atau penyakit aorta yang signifikan.¹²

TAVR juga tidak dianjurkan pada pasien dengan *infective endocarditis* (IE). Pada kondisi ini, penanganan utama adalah membersihkan seluruh jaringan katup yang terinfeksi, yang tidak dapat dilakukan dengan TAVR. Infeksi pada IE dapat merusak daun dan anulus katup serta menyebar ke jaringan sekitar. Jika prostesis dipasang tanpa mengangkat jaringan terinfeksi, risiko terjadinya *prosthetic valve endocarditis* (PVE) dini menjadi tinggi. Selain itu, mikroorganisme dapat menyerang area pertemuan antara prostesis dan anulus atau menempel di sekitar katup melalui aliran darah, yang dapat memicu terbentuknya abses dan infeksi berulang.¹³

TIM JANTUNG MULTIDISIPLIN

Tim multidisiplin diperlukan untuk prosedur TAVI serta perawatan lanjutan. Tim prosedur biasanya terdiri dari ahli jantung intervensi yang terlatih khusus dalam TAVI, ahli bedah jantung, ahli jantung pencitraan ekokardiografi, pencitraan kardiak (CT), ahli jantung perawatan intensif, perawat terampil, dan ahli anestesi jantung. Ahli elektrofisiologi jantung, ahli saraf, ahli nefrologi, dan ahli bedah vaskular harus siap sedia jika timbul komplikasi dari prosedur ini.¹⁴

Tim jantung multidisiplin memainkan peran penting dalam seleksi pasien, penentuan metode penggantian katup, perencanaan prosedur minimal invasif, pemilihan terapi yang disesuaikan dengan anatomi dan komorbiditas pasien, serta pengelolaan komplikasi intra- prosedural maupun post-prosedural. Selain itu, tim ini juga memanfaatkan pencitraan multimodalitas seperti echocardiography, CT, fluoroscopy, bahkan fusion imaging dan AI untuk menegaskan diagnosis, panduan prosedur, dan evaluasi hasil pasca TAVI. Pendekatan multidisipliner ini memastikan prosedur dilakukan secara aman, individual, dan

optimal, termasuk bagi pasien berisiko tinggi maupun menengah yang membutuhkan dukungan bedah segera jika terjadi komplikasi.^{15,16}

PERSIAPAN TAVI

Tim jantung multidisiplin mengevaluasi pasien dan menempatkan mereka melalui evaluasi ekstensif dan pengujian pra-prosedur untuk menentukan kandidat sebelum menjalani *Transcatheter Aortic Valve Replacement* (TAVR). Berbeda dengan *surgical aortic valve replacement*, (SAVR) yang membutuhkan sternotomi terbuka dan periode pemulihan yang lebih lama, TAVR merupakan prosedur minimal invasif dengan risiko perioperatif lebih rendah, terutama pada pasien lanjut usia atau berisiko tinggi. Dengan prosedur yang lebih minim, TAVR memberikan hasil yang setara dengan SAVR terkait mortalitas. Selain itu, pasien TAVR juga memiliki periode rawat inap yang lebih singkat dan pemulihan yang lebih cepat dibandingkan dengan pasien yang menjalani SAVR.^{17,18}

Tim jantung terdiri dari ahli jantung, ahli bedah kardioraks, dan ahli anestesi. Selain ekokardiografi transthorakal, ekokardiografi transesophageal sering digunakan untuk visualisasi anatomi katup aorta yang lebih baik.^{14,19} Angiografi CT (CTA) pada dada, perut, dan panggul juga dilakukan untuk pengukuran annulus aorta secara akurat guna menentukan ukuran katup. CTA juga penting untuk visualisasi anatomi vaskular dan penentuan pendekatan yang akan diambil.²⁰ Kateterisasi jantung kiri biasanya dilakukan sebelum TAVR untuk memberikan pengukuran hemodinamik invasif serta menyingkirkan adanya penyakit arteri koroner (CAD) yang mungkin berkontribusi terhadap gejala atau mungkin memerlukan revaskularisasi sebelum menentukan pendekatan bedah atau transkateter.²¹ Faktor lain yang memengaruhi keputusan pemilihan

operasi penggantian katup aorta yaitu kebutuhan pencangkokan bypass arteri koroner yang dilakukan secara bersamaan. Revaskularisasi CAD stabil sebelum atau selama TAVR sebelumnya menjadi bahan perdebatan. Namun data yang dipublikasikan pada tahun 2019 menunjukkan revaskularisasi bersamaan dengan TAVR gagal memberikan keuntungan klinis tambahan dan tidak meningkatkan hasil klinis yang penting (risiko MI, stroke, atau kematian dalam 30 hari).^{22,23}

TEHNIK TAVI

Beberapa katup aorta transkateter tersedia di pasaran. Namun, hanya dua katup yang saat ini disetujui FDA untuk digunakan di Amerika Serikat yaitu katup SAPIEN (Edwards Lifesciences, Irvine, CA) dan katup CORE (Medtronic Fridley, MN).²⁴ Katup SAPIEN terdiri dari jaringan perikardial sapi dan kerangka paduan kromium kobalt. Katup SAPIEN dapat diperluas dengan balon. Katup Medtronic generasi terbaru adalah EVOLUT-R. Ini terdiri dari jaringan babi dan kerangka nitinol. Keuntungan katup ini adalah dapat diperluas sendiri (tidak memerlukan pemuaian balon) dan memiliki kemampuan untuk mengubah posisinya setelah dipasang. Sampai saat ini, belum ada uji coba head-to-head yang membandingkan kedua katup TAVR ini.^{24,25}

Jumlah prosedur TAVI terus meningkat seiring meluasnya indikasi penggunaan. Keberhasilan prosedur jangka pendek dan jangka panjang memerlukan seleksi pasien yang tepat serta persiapan yang matang. Tahap ini mencakup validasi indikasi, penilaian kelayakan dan keamanan prosedur, pemilihan jenis prosthesis dan rute akses, serta identifikasi potensi tantangan teknis. Pemeriksaan CT-scan menjadi pilar utama untuk menilai anatomi katup dan akses vaskular, sedangkan evaluasi geriatrik penting pada pasien usia lanjut, rapuh, dan berisiko tinggi. Penilaian komorbiditas jantung dilakukan secara

sistematis dan dapat diintegrasikan ke dalam skor risiko untuk memperkirakan luaran pasca-TAVI. Hasil penilaian ini menjadi dasar pengambilan keputusan oleh tim jantung.²⁶

Prosedur ini biasanya dilakukan di ruang hibrida dengan kemampuan ruang operasi dan laboratorium kateterisasi jantung.²⁷ Tim ini terdiri dari ahli jantung intervensi, ahli bedah jantung, dan ahli anestesi. Prosedur ini dilakukan di bawah visualisasi langsung dengan fluoroskopi dan kadang-kadang dengan panduan *transesophageal echocardiogram* (TEE). Pendekatan yang paling disukai dan paling tidak invasif adalah pendekatan transfemoral. Jika tidak memungkinkan, metode alternatif yang lebih invasif mungkin perlu digunakan (subklavia, apikal, trans-aorta).²⁸

KOMPLIKASI

Komplikasi yang mungkin terjadi pada TAVR termasuk gangguan konduksi dan kebutuhan akan alat pacu jantung permanen, stroke, kebocoran paravalvular, komplikasi lokasi pembuluh darah, perdarahan, ruptur annular, perforasi ventrikel kiri, tamponade jantung, kebutuhan akan pembedahan, infark miokard akut, cedera ginjal akut, infeksi, hipotensi, dan kematian. Sebuah meta-analisis baru-baru ini mengungkapkan bahwa TAVR dikaitkan dengan tingkat cedera vaskular yang lebih tinggi, regurgitasi paravalvular, dan kebutuhan penempatan alat pacu jantung permanen dibandingkan *Surgical Aortic Valve Replacement* (SAVR).^{29,30}

KESIMPULAN

TAVI telah menjadi pilihan penting untuk menangani stenosis aorta berat, terutama pada pasien lanjut usia atau berisiko tinggi yang sebelumnya sulit dioperasi. Dibandingkan operasi penggantian katup aorta konvensional (SAVR), TAVI lebih minim invasif, membuat pasien pulih lebih cepat dan waktu rawat di rumah sakit lebih singkat, tanpa mengurangi

keselamatan terkait mortalitas. Keberhasilan TAVI bergantung pada pemilihan pasien yang tepat, persiapan sebelum prosedur, dan kerja sama tim jantung multidisiplin. Meski aman, TAVI tetap memiliki risiko komplikasi, sehingga keputusan terapi harus mempertimbangkan keuntungan dan risiko bagi setiap pasien secara individual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua staff yang telah membantu dalam penulisan artikel ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zoltowska DM, Agrawal Y, Patel N, et al. Association Between Pulmonary Hypertension and Transcatheter Aortic Valve Replacement: Analysis of a Nationwide Inpatient Sample Database. *Rev Recent Clin Trials*. 2019;14(1):56-60. doi:10.2174/1574887113666181120113034
2. Iantorno M, Ben-Dor I, Rogers T, et al. Emergent valve-in-valve transcatheter aortic valve replacement in patient with acute aortic regurgitation and cardiogenic shock with preoperative extracorporeal membrane oxygenator: A case report and review of the literature. *Cardiovascular Revascularization Medicine*. 2018;19(8):68-70. doi:10.1016/j.carrev.2018.11.007
3. Henn MC, Zajarias A, Quader N, et al. Observed to expected 30-day mortality as a benchmark for transcatheter aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;157(3):874-882.e8. doi:10.1016/j.jtcvs.2018.06.097
4. Ahmed T, Puckett Y. Aortic Valve Repair. *StatPearls*. StatPearls Publishing. Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.; 2025.

5. Lansakara M, Unai S. An overview of aortic valve anatomy: the current understanding. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* Dec 2023;39(Suppl 2):246-252. doi:10.1007/s12055-023-01645-x
6. Katsi V, Magkas N, Antonopoulos A, Trantalis G, Toutouzas K, Tousoulis D. Aortic valve: anatomy and structure and the role of vasculature in the degenerative process. *Acta Cardiol.* Jun 2021;76(4):335-348. doi:10.1080/00015385.2020.1746053
7. Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black III J, et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(24):e223-e393. doi:10.1016/j.jacc.2022.08.004
8. Mesnier J, Panagides V, Nuche J, Rodés-Cabau J. Evolving Indications of Transcatheter Aortic Valve Replacement-Where Are We Now, and Where Are We Going. *J Clin Med.* May 30 2022;11(11)doi:10.3390/jcm11113090
9. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2022;43(7):561-632. doi:10.1093/eurheartj/ehab395
10. Lee G, Chikwe J, Milojevic M, et al. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur Heart J.* 2023;44(10):796-812. doi:10.1093/eurheartj/ehac803
11. Hameed I, Oakley CT, Hameed NUF, et al. Alternate accesses for transcatheter aortic valve replacement: A network meta-analysis. *J Card Surg.* Nov 2021;36(11):4308-4319. doi:10.1111/jocs.15961
12. Wilson R, McNabney C, Weir-McCall JR, Sellers S, Blanke P, Leipsic JA. Transcatheter Aortic and Mitral Valve Replacements. *Radiol Clin North Am.* 2019;57(1):165-178. doi:10.1016/j.rcl.2018.08.001
13. Kubota H, Minegishi S, Inaba Y, Kogure K, Endo H. Sutureless aortic valve replacement in patients with active infective endocarditis: is it contraindicated or recommended? *J Thorac Dis.* Dec 2022;14(12):4586-4589. doi:10.21037/jtd-22-1365
14. Davidson LJ, Davidson CJ. Transcatheter Treatment of Valvular Heart Disease. *JAMA.* 2021;325(24):2480. doi:10.1001/jama.2021.2133
15. Kiefer P, Seeburger J, Noack T, et al. The role of the heart team in complicated transcatheter aortic valve implantation: a 7-year single-centre experience. *Eur J Cardiothorac Surg.* Jun 2015;47(6):1090-6. doi:10.1093/ejcts/ezu379
16. Gheorghe LL, Rudolph T, Bleiziffer S, De Backer O, Swaans M. Editorial: The heart team version 2.0: Optimized approach in 2020. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:1114599. doi:10.3389/fcvm.2022.1114599
17. Investigators TUTT. Effect of Transcatheter Aortic Valve Implantation vs Surgical Aortic Valve Replacement on All-Cause Mortality in Patients With Aortic Stenosis: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2022;327(19):1875-1887. doi:10.1001/jama.2022.5776
18. Hamodat O, Almuzainy S, Nizar S. Comparative Outcomes of Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Elderly Patients With Severe Symptomatic Aortic Stenosis: A Systematic Review. *J Saudi Heart Assoc.* 2024;36(3):242-251. doi:10.37616/2212-5043.1393
19. Brennan PF, Jeganathan R, Spence MS. Considering the optimal procedural Heart Team in TAVI: back to the future? *EuroIntervention.* 2019;14(18):e1802-e1805. doi:10.4244/EIJV14I18A315

20. Marano R, Pontone G, Agricola E, et al. Recommendations in pre-procedural imaging assessment for TAVI intervention: SIC-SIRM position paper part 2 (CT and MR angiography, standard medical reporting, future perspectives). *Radiol Med*. 2022;127(3):277-293. doi:10.1007/s11547-021-01434-9
21. Weferling M, Kim WK. Invasive Functional Assessment of Coronary Artery Disease in Patients with Severe Aortic Stenosis in the TAVI Era. *J Clin Med*. 2023;12(16):5414. doi:10.3390/jcm12165414
22. Lateef N, Khan MS, Deo S V., et al. Meta-Analysis Comparing Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation With Versus Without Percutaneous Coronary Intervention. *Am J Cardiol*. 2019;124(11):1757-1764. doi:10.1016/j.amjcard.2019.08.024
23. Mitsis A, Eftychiou C, Eteokleous N, Papadopoulos K, Zittis I, Avraamides P. Current Trends in TAVI Access. *Curr Probl Cardiol*. 2021;46(12):100844. doi:10.1016/j.cpcardiol.2021.100844
24. Gillam LD, Marcoff L. Echocardiographic Assessment of Transcatheter Aortic Valve Hemodynamics. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(1):35-37. doi:10.1016/j.jcmg.2018.05.015
25. Chetcuti SJ, Deeb GM, Popma JJ, et al. Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Low-Gradient Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(1):67-80. doi:10.1016/j.jcmg.2018.07.028
26. Lantelme P, Harbaoui B. [The optimal work-up before TAVI]. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)*. Dec 2019;68(6):410-414. Le bilan optimal avant TAVI. doi:10.1016/j.ancard.2019.09.016
27. Spaziano M, Lefèvre T, Romano M, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement in the Catheterization Laboratory Versus Hybrid Operating Room. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018;11(21):2195-2203. doi:10.1016/j.jcin.2018.06.043
28. O' Sullivan KE, Hurley ET, Segurado R, Sugrue D, Hurley JP. Transaortic TAVI Is a Valid Alternative to Transapical Approach. *J Card Surg*. 2015;30(5):381-390. doi:10.1111/jocs.12527
29. Ando T, Adegbala O, Villablanca PA, et al. In-hospital outcomes of transcatheter versus surgical aortic valve replacement in non-teaching hospitals. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2019;93(5):954-962. doi:10.1002/ccd.27968
30. Rodés-Cabau J, Sacco RL. Neurological Complications Following Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(18):2120-2122. doi:10.1016/j.jacc.2018.06.080