

Endocarditis infecciosa luego del implante de válvula aórtica por cateterismo

Infective Endocarditis after Transcatheter Aortic Valve Implantation

CARLOS FAVA¹, OSCAR MENDIZ^{1, MTSAC}, MARKO NOČ², HORACIO CASABE^{1, MTSAC}, MARJETA ZORC², HUGO FRAGUAS¹, GASPARE CAPONI¹, LEÓN VALDIVIESO¹, GUSTAVO LEV¹, PAUL GAMBOA¹

RESUMEN

Introducción: La endocarditis infecciosa (EI) post implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) es poco frecuente, con una alta tasa de morbimortalidad.

Métodos: Se analizaron 630 pacientes consecutivos con TAVI, de los cuales 6 (0,95%) presentaron EI.

Resultados: Cuatro eran hombres, edad $81,3 \pm 2,2$ años, y todos sintomáticos. La fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI) fue $56,8 \pm 5,3\%$. Todos recibieron un implante exitoso y uno presentó regurgitación moderada. Dos requirieron marcapaso definitivo, a uno de ellos se le debió recolocar el cable a las 24 hs.

La EI se presentó a los $63,5 \pm 73,3$ días (mediana de 35 días). El germen aislado fue un coco (+) en cuatro casos. En uno se observó una vegetación en el ecocardiograma transesofágico.

Un paciente falleció dentro de los 30 días. El seguimiento fue a 23 ± 22 meses, ningún paciente presentó nuevos eventos o internaciones. En el eco Doppler la FEVI fue de $55,9 \pm 4,6\%$, el gradiente medio $8,2 \pm 1,8$ mmHg y la velocidad pico de $1,8 \pm 0,2$ m/seg. Un paciente terminó una regurgitación moderada.

Conclusiones: En esta serie de pacientes, la EI post TAVI fue poco frecuente y presentó una evolución favorable con el tratamiento antibiótico.

Palabras clave: Endocarditis - Implantación de Prótesis de Válvulas Cardíacas/efectos adversos - Reemplazo de la Válvula Aórtica Transcatéter - Infecciones Relacionadas con Prótesis

ABSTRACT

Background: Infective endocarditis (IE) after transcatheter aortic valve implantation (TAVI) is a rare complication with high morbidity and mortality.

Methods: Of 630 consecutive patients undergoing TAVI, 6 (0.95%) presented IE.

Results: Four patients were men, mean age was 81.3 ± 2.2 years and all the patients were symptomatic. Left ventricular ejection fraction (LVEF) was $56.8 \pm 5.3\%$. The procedure was successful in all the patients and one presented moderate regurgitation. Two patients required definitive pacemaker and the lead had to be reimplanted 24 hours later in 1 patient. Time to IE was 63.5 ± 73.3 days (median 35 days). A Gram-positive coccus was isolated in four cases. One patient presented a vegetation on transesophageal echocardiography. One patient died within 30 days. During follow-up of 23 ± 22 months none of the patients presented new events or hospitalizations. On Doppler echocardiography, LVEF was $55.9 \pm 4.6\%$, mean trans-aortic gradient was 8.2 ± 1.8 mm Hg and peak systolic velocity was 1.8 ± 0.2 m/s. One patient had moderate regurgitation.

Conclusions: In this series of patients, IE after TAVI was uncommon and had a favorable course with antibiotic treatment.

Key words: Endocarditis – Heart Valve Prosthesis Implantation /Adverse Effects - Transcatheter Aortic Valve Replacement - Prosthesis-Related Infections

Abreviaturas

ACV	accidente cerebro vascular	FEVI	fracción de eyección del ventrículo izquierdo
DLP	dislipidemia	MCPD	marcapaso definitivo
ETE	Ecocardiograma Doppler transesofágico	TAVI	Implante Percutáneo de Válvula Aórtica (Transcatheter Aortic Valve Implantation)
EI	Endocarditis Infecciosa		

REV ARGENT CARDIOL 2022;90:57-61. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v90.i1.20497>

Recibido: 13/07/2021 - Aceptado: 20/10/2021

Dirección para separatas: Oscar Mendiz - Hospital Universitario Fundación Favaloro - Av. Belgrano 1746 - C1093AAS - Buenos Aires, Argentina - E-mail: omendiz@ffavaloro.org

¹Departamento de Cardiología Intervencionista, Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular del Hospital Universitario Fundación Favaloro en Buenos Aires

²International Heart Center Medicor, en Izola, Slovenia

^{MTSAC} Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

INTRODUCCIÓN

El implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) ha demostrado ser seguro y efectivo en pacientes con estenosis valvular aórtica grave sintomática, tanto para aquellos con riesgo quirúrgico prohibitivo (1-2), elevado (3), intermedio (4) o bajo (5) de acuerdo con publicaciones recientes, e, incluso, resultados superiores en algunos grupos en los cuales el acceso fue transfemoral. Por todo ello es hoy la estrategia recomendada en los mayores de 75-80 años (4-6). Dentro de las potenciales complicaciones se encuentra el desarrollo de una endocarditis infecciosa (EI), cuya incidencia reportada oscila entre 1-6% de los pacientes que reciben una prótesis biológica en posición aórtica por cirugía convencional (7), la cual suele tener una tórpida evolución con alta tasa de morbilidad y mortalidad. Si bien se ha especulado que la presencia de mayor cantidad de material protésico y los *struts* del stent que sostienen las válvulas percutáneas en comparación con las válvulas quirúrgicas podrían relacionarse con la ocurrencia de EI, esto aún no ha sido demostrado. (6)

A pesar de que algunas series han reportado una incidencia de EI post TAVI del 0.5%-3,1% (8-9), no existe una evidencia sólida en la literatura acerca de su incidencia y evolución.

El objetivo de este estudio fue analizar la incidencia y evolución de la EI post TAVI en una serie consecutiva de pacientes de dos centros de alta complejidad e intermedio volumen de procedimientos de TAVI por año.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron 630 pacientes consecutivos que recibieron TAVI en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular del Hospital Universitario Fundación Favaloro en Buenos Aires y en el International Heart Center Medicor, en Izola, Slovenia, entre el 26/03/2009 y el 30/05/2021, 6 (0,95%) de los cuales presentaron EI y fueron incluidos en este análisis.

El diagnóstico de estenosis aórtica previo al procedimiento fue realizado mediante ecocardiograma Doppler y fue considerada severa según los siguientes criterios: área $<1 \text{ cm}^2$ o $<0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ de superficie corporal con un gradiente medio mayor a 40 mmHg o una velocidad aórtica máxima $>4 \text{ m/s}$ en reposo. (10) Todos los paciente recibieron antes del TAVI una coronariografía convencional para conocer la presencia de enfermedad coronaria asociada y una angiotomografía helicoidal con reconstrucción 3-D con contraste endovenoso para analizar la válvula aórtica (saber si la válvula era bi o tricúspide, realizar mediciones del anillo aórtico, conocer el grado de calcificación de las valvas, el anillo aórtico, el tracto de salida del ventrículo izquierdo, la aorta y los vasos ilíacos así como otros potenciales accesos vasculares).

La decisión del implante de TAVI versus cirugía convencional fue tomada en base a las recomendaciones del Heart Team institucional, considerando el riesgo del paciente, sus preferencias y conociendo que no existe reembolso para los casos de bajo riesgo en nuestro medio, por lo cual la mayoría de ellos eran pacientes de riesgo quirúrgico elevado.

Todos los implantes fueron realizados acorde con una estrategia mínimamente invasiva, incluyendo sedación consciente para la anestesia, ecocardiograma trans-torácico y cierre percutáneo del acceso vascular. En todos los proce-

dimientos se utilizó anticoagulación con heparina sódica con una dosis de 100U/kg para mantener un ACT por encima de 240"; en los casos sin angioplastia coronaria reciente se realizó reversión con Protamina al finalizar el procedimiento. El acceso venoso para marcapaseo transitorio durante y post implante cuando fuera necesario fue femoral en la mayoría, contralateral al acceso principal con un introductor 8F. En otros casos se utilizó el acceso yugular y en algunos no se lo utilizó de acuerdo al criterio del operador. Además, se realizó protección del acceso principal con una punción en la arteria femoral contralateral dejando en el vaso de acceso de la válvula un alambre guía 0.018". El cierre del acceso principal fue realizado con un dispositivo de cierre percutáneo PROSTAR® o PROGLIDE® utilizando la técnica de "Pre-close", implante previo de la sutura a la introducción de la vaina de alto French.

Para el diagnóstico de EI en pacientes con sospecha clínica se utilizaron los criterios de Duke. (11) Luego del alta todos recibieron doble antiagregación plaquetaria por al menos 3 meses, salvo aquellos con indicación de antiagregación prolongada o anticoagulación por otra causa.

El seguimiento clínico se realizó a los 30 días, 6 y 12 meses y luego cada 12 meses mediante consulta en el hospital y realización de electrocardiograma y ecocardiograma Doppler de control.

Análisis estadístico

Este es un estudio prospectivo, observacional, realizado en dos centros de alto volumen. Se utilizaron números absolutos, el promedio y las desviaciones estándar para el análisis de los datos, cuando a pesar del escaso número de pacientes la distribución fue normal. En caso contrario se reporta mediana y rango intercuartil.

Consideraciones éticas

El procedimiento fue realizado bajo los estándares internacionales de acuerdo con el protocolo indicado. A todos los pacientes se les explicó el procedimiento, sus riesgos y potenciales beneficios, se respondieron todas sus preguntas y se firmó un consentimiento informado habitual para el procedimiento que se les iba a realizar.

RESULTADOS

La edad media fue de $81,3 \pm 2,2$ años, 4 pacientes eran hombres, 5 presentaban hipertensión, 1 diabetes, 5 dislipidemia, 4 un infarto de miocardio previo, 4 angioplastia coronaria (ATC) previa, 1 ATC pre TAVI (dentro de los 3 meses previos al TAVI). Los 6 estaban en ritmo sinusal, 1 de ellos tenía un bloqueo trifascicular previo, ninguno presentaba insuficiencia renal, el filtrado glomerular estimado fue $77,3 \pm 10,5 \text{ mL/min/1,73 m}^2$; el STS score medio fue $5,75 \pm 2,4\%$, ningún paciente presentaba fibrilación auricular o cirugía cardíaca previa.

Al momento del diagnóstico previo al implante de la válvula todos estaban sintomáticos por disnea CF II-III. La FEVI era de $56,8 \pm 5,3\%$, el área valvular aórtica de $0,68 \pm 0,19 \text{ cm}^2$ y el gradiente transvalvular aórtico medio de $41,3 \pm 3,4 \text{ mmHg}$. (Tabla 1)

Todos los procedimientos se realizaron por acceso femoral, se realizó pre-dilatación en 2, se utilizó la técnica de superposición de cúspide derecha e izquierda para el implante en 3 (Cusp Overlap). Las válvulas

Tabla 1. Características del Procedimiento

STS Score	5,75 ± 2,4 (2,5-11,7)
Fración de eyección del VI (%)	56,8 ± 5,3
Área valvular aórtica (cm ²)	0,68 ± 0,19
Gradiente transvalvular medio (mm Hg)	41,2
Acceso femoral	6
Cierre percutáneo	6
Pre-dilatación	2
Post-dilatación	1

utilizadas fueron; CoreValve/Evolute en 2, Pórtico en 2, Sapiens XT en 1 y Lotus en 1, tres ptes requirieron recaptura y solo uno post-dilatación. El gradiente post-implante fue de 6,5 ± 1,04 mmHg, uno solo presentó regurgitación moderada post implante y ninguno grave.

En todos los procedimientos se utilizó con una estrategia minimalista incluyendo el cierre percutáneo del acceso vascular, lo cual se realizó sin complicaciones.

El tiempo de estadía en el laboratorio de hemodinamia fue de 158±28,5 minutos y el contraste utilizado de 195±30,1 mL.

Dos pacientes requirieron marcapaso definitivo antes del alta debido a un bloqueo de alto grado; uno de ellos presentaba bloqueo trifascicular previo y se debió recolocar el cable por alto umbral a las 24 hs. Ninguno presentó infarto de miocardio, accidente cerebrovascular (ACV), reintervención, cirugía de urgencia, sangrado mayor o complicación vascular durante la estadía en el hospital. La internación promedio fue de 2,3±0,8 días (1-3).

El tiempo medio de presentación de la EI fue de 63,5 ± 73,3 días, con una mediana de 35 días, después del TAVI, 3 de ellos dentro de los 30 días y los otros tres a 45, 60 y 210 días respectivamente.

Los gérmenes aislados en los hemocultivos fueron; 1 *Stafilococo Aureus*, 1 *Streptococo Bovis*, 1 *Enterococo Fecalis*, 1 *Streptococo Mitis* y en 2 casos no se pudo tipificar.

El tratamiento antibiótico tuvo una duración de 6 semanas en todos los pacientes y el esquema estuvo de acuerdo con el germen aislado.

En las ecografías transesofágicas, en un solo caso se observó una vegetación en la cara ventricular de la valva no coronariana.

Un paciente falleció a 30 días por shock séptico e insuficiencia cardíaca refractaria.

El seguimiento clínico y ecocardiográfico fue realizado en todos los pacientes a los 23±22,1 (1-48) meses; no hubo muertes, infartos, ACV, cirugía de reemplazo valvular u otras reintervenciones. En el ecocardiograma Doppler de seguimiento la FEVI fue 55,9 ± 4,6%, el gradiente transvalvular aórtico medio fue de 8,2 ± 1,8 mmHg y la velocidad pico sistólica fue de 1,8 ± 0,2 m/seg sin haber deterioro estructural. Ningún paciente requirió internaciones en el seguimiento y todos persistieron en clase funcional I (Tabla 2).

Tabla 2. Evolución a 30 días y seguimiento

Resultados a 30 días	N = 6
Muerte (EI -Sepsis)	1
ACV, Infarto, cirugía de urgencia	0
Leak Moderado/grave, complicación vascular, sangrado mayor	0
Marcapaso Definitivo	2
Evolución en el Seguimiento	N = 5
Tiempo (meses)	23 ± 22,1 (1-48)
Muerte o complicaciones mayores	0
Deterioro Estructural de la Prótesis	0
Fración de Eyección (%)	55,9 ± 4,6
Gradiente Medio (mmHg)	8,2 ± 1,8
Velocidad (m/seg)	1,8 ± 0,2

DISCUSIÓN

En este análisis de 2 centros de mediano volumen, la incidencia de EI post TAVI fue similar a la reportada en otras series publicadas, presentando una evolución clínica relativamente favorable con el tratamiento antibiótico recibido, sin complicaciones adicionales salvo en uno de los 6 casos. En todos los casos el diagnóstico ocurrió dentro del año, lo cual es lo más frecuente; especialmente dentro de los 100 primeros días post implante, como ocurrió en nuestros pacientes. (12)

La necesidad de marcapasos definitivo con las válvulas autoexpandibles es de alrededor del 17% en los estudios randomizados modernos (13), y ha sido relacionada con reinternaciones y mortalidad (14-15). En nuestra serie dos pacientes lo requirieron, en uno de ellos hubo que recolocar debido a un alto umbral de captura, pero dado el escaso número de pacientes ninguna conclusión puede sacarse de ello. Sin embargo, la técnica de superposición de cúspides derecha e izquierda (Cusp Overlap) que hoy usamos y hemos publicado demostrando una reducción significativa en la necesidad de implante de marcapasos, con cifras parecidas a las de las válvulas aórticas balón expandibles (16-17) y a las series quirúrgicas, podría producir un beneficio adicional significativo al disminuir las maniobras endovasculares y por ende potencialmente reducir el riesgo de endocarditis. Sin embargo, esta especulación requerirá un gran número de pacientes para poder probarlo.

Un paciente de nuestra serie falleció a causa de una endocarditis temprana con insuficiencia cardíaca refractaria y posterior falla renal, sin que se hubiera diagnosticado fallo estructural de la válvula de acuerdo del Valve Academic Research Consortium. (18)

Está demostrado que la asociación de insuficiencia cardíaca y renal se relaciona con alta mortalidad, más aún cuando se presenta en pacientes con *score* de riesgo quirúrgico elevado. (19)

Los factores de riesgo para EI que han sido reportados son la edad, siendo más frecuente antes de los 80 años, sexo masculino, diabetes, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, deterioro de la función renal, presencia de regurgitación perivalvular, calcificación muy severa y sangrado gastrointestinal como así también la intubación endotraqueal durante el procedimiento. (20-21)

Como es conocido, la endocarditis valvular protésica es la forma más agresiva; se presenta entre el 1% al 6% de los casos según las series publicadas y presenta entre el 10% al 30% de todas las EI. (22) Se acompaña de una alta morbilidad y mortalidad siendo esta última alrededor del 23% cuando ocurre luego de una cirugía convencional y del 36% luego del TAVI. (23,24)

La tasa reportada de cirugía para explante de la válvula en el caso de TAVI es del 0,2% (0,28 para las de primera generación y 0.14 para las más modernas), siendo del 20% para casos con EI; la indicación más frecuente es la falla de la bioprotésis. La mortalidad de la cirugía del explante de una válvula aórtica percutánea a 30 días y al año es del 13,2% y 22,9% respectivamente. La insuficiencia renal y la EI son predictores de mala evolución. (25)

La indicación de cirugía para recambio valvular quirúrgico tiene muchas limitaciones en este grupo que, hasta ahora y en especial en nuestro medio, era de pacientes con alto riesgo o contraindicación previa para la cirugía.

Limitaciones

El nuestro es un estudio retrospectivo, no randomizado, observacional de 2 centros. Además, al tratarse de una complicación tan poco frecuente el número de pacientes incluidos es muy pequeño y no permite sacar conclusiones definitivas acerca de esta serie.

Si bien el seguimiento promedio de serie global es $23 \pm 22,1$ (1-48) meses, aun no podemos sacar una conclusión definitiva acerca de la incidencia tardía de EI (5-10 años)

CONCLUSIÓN

En esta serie de pacientes la endocarditis infecciosa luego del TAVI fue muy poco frecuente y presentó una evolución favorable con el tratamiento antibiótico.

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses.

(Véase formulario de conflicto de intereses de los autores en la web / Material suplementario).

BIBLIOGRAFÍA

- Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter Aortic-Valve Implantation for Aortic Stenosis in Patients Who Cannot Undergo Surgery. *N Engl J Med* 2010;363:1597-607. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1008232>
- Popma JJ, Adams DH, Reardon MJ, Yakubov SJ, Kleiman NS, Heimansohn D, et al; CoreValve United States Clinical Investigators.

Transcatheter aortic valve replacement using a self-expanding bioprosthesis in patients with severe aortic stenosis at extreme risk for surgery. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:1972-81. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.02.556>

- Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter versus Surgical Aortic-Valve Replacement in High-Risk Patients. *N Engl J Med* 2011;364:2187-98. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1103510>
- Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK, et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med* 2016;374:1609-20. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1514616>
- Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Makkar R, Kodali SK, Russo M, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med* 2019; 380:1695-705. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1814052>
- Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Gentile F, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;143:e72-e227. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000932>
- Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, Casalta JP, Del Zotti F, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2015;36:3075-128. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv319>
- Regueiro A, Linke A, Latib A, Ihlemann N, Urena M, Walther T, et al. Association Between Transcatheter Aortic Valve Replacement and Subsequent Infective Endocarditis and In-Hospital Death. *JAMA* 2016;316:1083-92. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.12347>
- Harding D, Cahill TJ, Redwood SR, Prendergast BD. Infective endocarditis complicating transcatheter aortic valve implantation. *Heart* 2020;106:493-8. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-315338>
- Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med* 2017;376:1321-31.
- Li JS, Sexton DJ, Mick N, Nettles R, Fowler VG Jr, Ryan T, et al. Proposed modifications to the Duke criteria for the diagnosis of infective endocarditis. *Clin Infect Dis* 2000;30:633-8. <https://doi.org/10.1086/313753>
- Stortecky S, Heg D, Tueller D, Pilgrim T, Muller O, Noble S, et al. Infective Endocarditis After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol* 2020;75:3020-30. <https://doi.org/10.1007/s40119-020-00167-6>
- Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, Mumtaz M, Gada H, O'Hair D, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med* 2019; 380:1706-15. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1816885>
- Chamandi C, Barbanti M, Munoz-Garcia A, Latib A, Nombela-Franco L, Gutiérrez-Ibanez E, et al. Long-Term Outcomes in Patients With New Permanent Pacemaker Implantation Following Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol Intv* 2018;11:301-10. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.10.032>
- Fadahusi OO, Olowoyeye A, Ukaigwe A, Li Z, Vora AN, Vemulapalli S, et al. Incidence, Predictors, and Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation Following Transcatheter Aortic Valve Replacement Analysis From the U.S. Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology TVT Registry. *J Am Coll Cardiol Intv* 2016;9:2189-99. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2016.07.026>
- Mendiz OA, Noé M, Fava CM, Gutiérrez Jaikel LA, Szejfman M, Pleskovič A, Impact of Cusp-Overlap View for TAVR with Self-Expandable Valves on 30-Day Conduction Disturbances. *J Interv Cardiol* 2021;2021:9991528. <https://doi.org/10.1155/2021/9991528>
- Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Makkar R, Kodali SK, Russo M, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med* 2019; 380:1695-705. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1814052>

18. Capodanno D, Petronio AS, Prendergast B, Eltchaninoff H, Vahanian A, Modine T, et al. Standardized definitions of structural deterioration and valve failure in assessing long-term durability of transcatheter and surgical aortic bioprosthetic valves: a consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) endorsed by the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2017;38:3382-90. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx303>
19. Chirouze C, Alla F, Fowler VG Jr, Sexton DJ, Corey GR, Chu VH, et al. Impact of early valve surgery on outcome of *Staphylococcus aureus* prosthetic valve infective endocarditis: analysis in the International Collaboration of Endocarditis-Pro prospective Cohort Study. *Clin Infect Dis*. 2015;60:741-9. <https://doi.org/10.1093/cid/ciu871>
20. Regueiro A, Linke A, Latib A, Ihlemann N, Urena M, Walther T, et al. Association between transcatheter aortic valve replacement and subsequent infective endocarditis and in-hospital death. *JAMA* 2016;316:1083-92. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.12347>
21. Mangner N, Woitek F, Haussig S, Schlotter F, Stachel G, Höllriegel R, et al. Incidence, predictors, and outcome of patients developing infective endocarditis following transfemoral transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2016;67:2907-8. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.03.588>
22. Habib G, Lancellotti P, AntunesMJ, Bongiorni MG, Casalta JP, Del Zotti F, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2015;36:3075-128. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv319>
23. Wang A, Athan E, Pappas PA, Fowler VG Jr, Olaison L, Paré C, et al. Contemporary clinical profile and outcome of prosthetic valve endocarditis. *JAMA* 2007;297:1354-61. <https://doi.org/10.1001/jama.297.12.1354>
24. Regueiro A, Linke A, Latib A, Ihlemann N, Urena M, Walther T, et al. Association between transcatheter aortic valve replacement and subsequent infective endocarditis and in hospital death. *JAMA* 2016;316:1083-92. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.12347>
25. Hirji SA, Percy ED, McGurk S, Malarczyk A, Harloff MT, Yazdchi F, et al. Incidence, Characteristics, Predictors, and Outcomes of Surgical Explantation After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:1848-59. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.08.048>