

Microorganismos aislados en pacientes con mediastinitis poscirugía cardiaca en un hospital de cardiología de la Ciudad de México

María del C. Jiménez-González,¹ Berenice Mejía-Aguirre¹ e Iván de J. Ascencio-Montiel^{2*}

¹Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI; ²Coordinación de Vigilancia Epidemiológica. Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, Mexico

Resumen

Introducción: La mediastinitis posterior a cirugía cardiovascular deriva en estancia hospitalaria prolongada e incremento de los costos de la atención médica, y se asocia a elevada letalidad hospitalaria. **Objetivo:** Describir las características clínicas de los pacientes con mediastinitis posquirúrgica, incluyendo los microorganismos aislados, perfil de resistencia y supervivencia hospitalaria. **Métodos:** Estudio transversal de pacientes con mediastinitis posquirúrgica bacteriológicamente confirmada, atendidos en un hospital de cardiología de la Ciudad de México entre enero de 2017 y marzo de 2019. **Resultados:** Se incluyeron 58 casos de mediastinitis. La mediana de edad fue de 67 años. La mayoría de los sujetos fueron varones sometidos a revascularización miocárdica. Durante el seguimiento hospitalario, la letalidad por todas las causas y la secundaria a la mediastinitis fueron de 27.6 y 20.7 %, respectivamente. Los microorganismos más frecuentemente aislados fueron *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Escherichia coli*. Se encontró alta resistencia a meticilina en los estafilococos coagulasa negativos y alta expresión de betalactamasas de espectro extendido en cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*. **Conclusiones:** En los pacientes con mediastinitis posquirúrgica analizados se observó alta letalidad e importante resistencia antimicrobiana.

PALABRAS CLAVE: Cirugía cardiaca. Mediastinitis. Microorganismos.

Microorganisms isolated in patients with post-cardiac surgery mediastinitis at a cardiology hospital of Mexico City

Abstract

Introduction: Mediastinitis after cardiovascular surgery gives rise to prolonged hospital stay and increased medical care costs, and is associated with high in-hospital mortality. **Objective:** To describe the clinical characteristics of patients with post-surgical mediastinitis, including the isolated microorganisms, resistance profile, and in-hospital survival. **Methods:** Cross-sectional study of patients with bacteriologically-confirmed post-surgical mediastinitis cared for at a cardiology hospital in Mexico City between January 2017 and March 2019. **Results:** Fifty-eight cases of mediastinitis were included. Median age was 67 years. Most subjects were males who underwent myocardial revascularization. During in-hospital follow-up, all-cause and mediastinitis-related mortality were 27.6% and 20.7%, respectively. *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Escherichia coli* were the most commonly isolated microorganisms. High resistance to methicillin was found in coagulase-negative staphylococci, as well as high expression of extended-spectrum beta-lactamases in *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* strains. **Conclusions:** High mortality and significant antimicrobial resistance were found in patients with post-cardiac surgery mediastinitis.

KEYWORDS: Cardiac surgery. Mediastinitis. Microorganisms.

***Correspondencia:**

Iván de J. Ascencio-Montiel

E-mail: ivan-ascencio@hotmail.com

0016-3813© 2022 Academia Nacional de Medicina de México, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 13-05-2022

Fecha de aceptación: 16-08-2022

DOI: 10.24875/GMM.22000163

Gac Med Mex. 2023;159:17-23

Disponible en PubMed

www.gacetamedicademexico.com

Introducción

La mediastinitis es una complicación grave de la cirugía cardiaca que se asocia a morbimortalidad elevada. Su incidencia varía entre 1 y 3 %.^{1,2} Actualmente, la causa más común de mediastinitis es la invasión directa del mediastino por microorganismos después de una esternotomía media.³ Los factores de riesgo que se asocian al desarrollo de esta complicación son edad avanzada, obesidad, diabetes mellitus, estado preoperatorio crítico, curso posoperatorio complicado, uso de vasopresores, ventilación mecánica prolongada y transfusión sanguínea perioperatoria.⁴ Otra causa menos común de la mediastinitis es la diseminación desde otros focos infecciosos, por ejemplo, vía pulmonar o hemática.⁵⁻⁷ *Staphylococcus aureus* es el microorganismo más frecuentemente aislado (en 80 % de los casos) y la variedad resistente a meticilina contribuye con más de 19 %.⁸⁻¹⁵

La duración de la estancia hospitalaria de los pacientes con esta complicación es significativamente superior en comparación con quienes no la presentan (media de 14.5 días frente a 42.2 días); además, los costos de la atención son elevados, por lo que el diagnóstico precoz es muy importante.¹⁰ De acuerdo con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, el diagnóstico se formula por sospecha clínica ante fiebre, dolor torácico, inestabilidad esternal y drenado de líquido purulento de la zona mediastinal, junto con evidencia macroscópica o histopatológica y, cuando se obtiene, aislamiento microbiológico en tejido mediastinal o cultivos sanguíneos.¹⁶

Dado que en México existe escasa información al respecto, el objetivo de este estudio fue describir las características clínicas de los casos de mediastinitis posquirúrgica de un hospital de cardiología de la Ciudad de México, incluyendo los microorganismos aislados, el perfil de resistencia y la supervivencia hospitalaria.

Métodos

Estudio transversal que comprendió el periodo entre enero de 2017 y marzo de 2019, realizado en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México. Se incluyeron pacientes con infecciones del sitio quirúrgico sometidos a cirugía cardiovascular por esternotomía mediana; la muestra final

estuvo conformada por casos de mediastinitis posquirúrgica confirmada bacteriológicamente.

Para establecer el diagnóstico de mediastinitis se utilizaron los criterios de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades.¹⁶ De todos los pacientes se obtuvieron muestras para cultivo de tejido mediastínico. La identificación microbiológica y perfil de resistencia se realizó mediante el sistema semiautomático compacto VITEK® 2.

Se siguió un procedimiento bacteriológico estándar para mantener los resultados correctos de las pruebas de laboratorio. Como control de calidad, para la identificación microbiológica y pruebas de susceptibilidad antimicrobiana se emplearon cepas bacterianas de referencia de la American Type Culture Collection (ATCC): *Escherichia coli* ATCC 25922 y ATCC 35218; así como *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, ATCC 43300 y ATCC BAA1026.

Se calculó la frecuencia de los microorganismos aislados y la resistencia a los antimicrobianos. Las curvas de muerte por todas las causas y de muerte por mediastinitis se estimaron con el método de Kaplan-Meier. Adicionalmente, mediante las pruebas exacta de Fisher y U de Mann-Whitney se contrastaron las características del grupo de sobrevivientes con las de quienes murieron. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Stata versión 13.

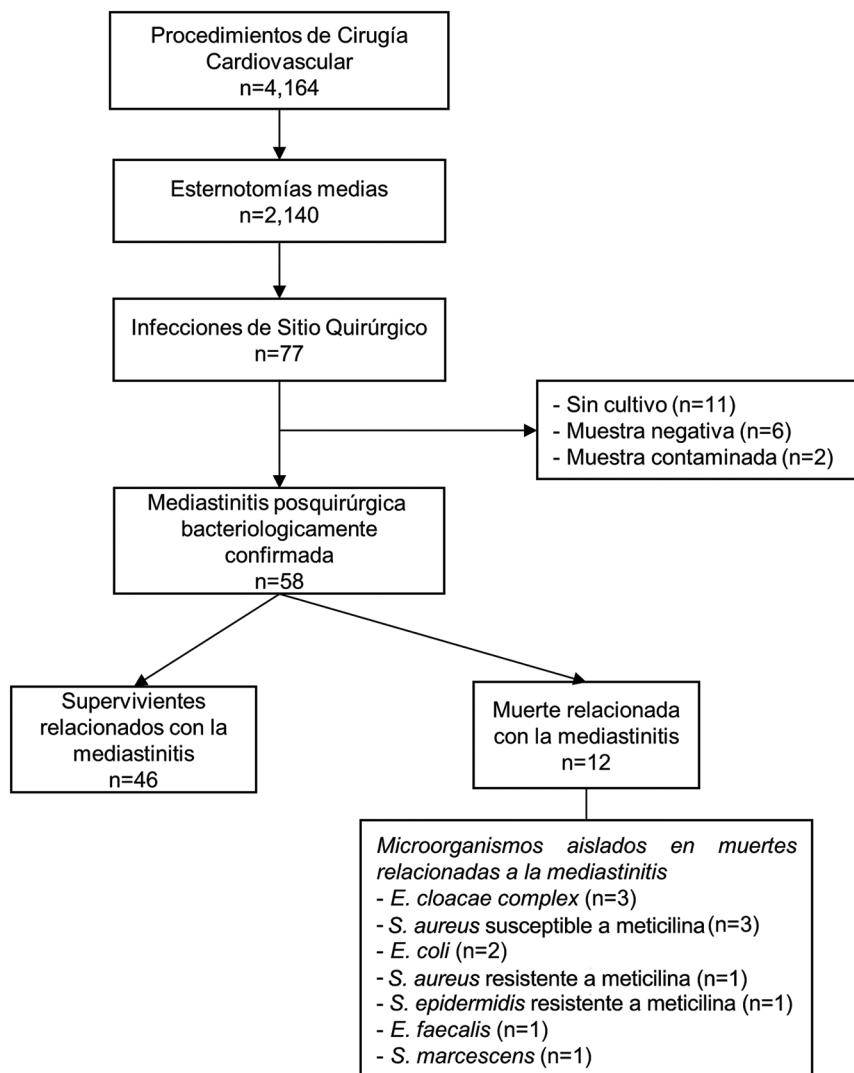
Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética Número 3604 del Instituto Mexicano del Seguro Social (registro 2019-3604-2). Debido a que este estudio se basó en el uso de bases de datos disponibles sin identificadores personales, no se requirió consentimiento informado formal.

Resultados

Durante el periodo de estudio se realizaron 4164 procedimientos quirúrgicos cardiovasculares, de los cuales 2140 fueron por esternotomía media. Se identificaron 77 casos como infecciones en el sitio quirúrgico, 58 correspondieron a mediastinitis posquirúrgica confirmada (Figura 1).

Como se muestra en la Tabla 1, la mediana de edad fue de 67 años y la mayoría de los sujetos fueron varones sometidos a revascularización miocárdica. Durante el seguimiento hospitalario se registraron 16 muertes por todas las causas (27.6 %) y 12 relacionadas con mediastinitis posquirúrgica (20.7 %).

Los casos de mediastinitis relacionada con la muerte se asociaron significativamente con aumento de la transfusión de concentrados de eritrocitos (5 versus 3,

**Figura 1.** Diagrama de flujo de selección de casos de mediastinitis posquirúrgica.

$p < 0.03$). El mayor tiempo de circulación extracorpórea se asoció significativamente a muerte por todas las causas (Tablas Suplementarias 1 y 2). La estancia hospitalaria fue mayor en el grupo que no falleció (48.5 días *versus* 32.5 días, $p < 0.016$); sin embargo, al estimar la probabilidad de muerte por todas las causas y mediastinitis, hubo un aumento de la probabilidad de muerte a medida que aumentaban los días de estancia hospitalaria (Figuras Suplementarias 1 y 2). Considerando que la estancia hospitalaria global de los pacientes atendidos durante el mismo periodo de este estudio fue de siete días, es notoria la sobreestancia de los pacientes que desarrollaron mediastinitis, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$).

De los 58 casos de mediastinitis, 50 presentaron un microorganismo aislado, en siete se identificaron dos y en uno, tres (en total 67 microorganismos). *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Escherichia coli* fueron los microorganismos más frecuentemente asociados a mediastinitis posquirúrgica (Tabla 2). En cuanto al perfil de resistencia (Tabla 3), se encontró elevada resistencia de *Staphylococcus coagulase negativo* (100 % *versus* 33.3 %). De igual forma, se observó mayor expresión de betalactamasas de espectro extendido en cepas de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* (41.7 %, 100 %). De las cinco cepas de *Enterococcus faecalis*, 40 % ($n = 2$) fue resistente a gentamicina y 20 % ($n = 1$), a linezolid.

Tabla 1. Características generales de los casos con mediastinitis posquirúrgica (n = 58)

Características	Mediana	P25, P75
	n	%
Edad en años	67	54,74
Índice de masa corporal (kg/m ²)	28.2	25.1, 31.6
Tiempo quirúrgico (minutos)	240	240, 300
Tiempo de baipás cardiopulmonar (minutos)	105	85, 132
Días de estancia hospitalaria	47.5	35, 60
Sexo		
Masculino	36	62.1
Femenino	22	37.9
Grupo de índice de masa corporal		
Normal	13	22.4
Sobrepeso	25	43.1
Obesidad	20	34.5
Condiciones médicas previas		
Hipertensión arterial	46	79.3
Diabetes mellitus tipo 2	35	60.3
Dislipidemia	32	55.2
Enfermedad renal crónica	22	37.9
Falla cardiaca congestiva	5	8.6
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	3	5.2
Procedimiento quirúrgico		
Revascularización miocárdica	27	46.6
Colocación de válvula cardíaca	16	27.6
Ambos procedimientos	9	15.5
Otros	6	10.3
Concentrados de células rojas transfundidos	3	1.5
Número de microorganismos		
Uno	50	86.2
Dos	7	12.1
Tres	1	1.7
Muerte hospitalaria		
Muerte por todas las causas	16	27.6
Muerte relacionada con la mediastinitis posquirúrgica	12	20.7

P25-P75: percentil 25-percentil 75.

Discusión

Encontramos una frecuencia de mediastinitis en 2.7 %; el sexo masculino y los adultos mayores de 60 años constituyeron los grupos más frecuentes. En una publicación previa, Careaga Reyna *et al.* reportaron resultados similares del año 1997 a 2003, pero una menor frecuencia de mediastinitis (0.34 %).¹⁷ La mayor frecuencia puede deberse a la creación de la

Tabla 2. Frecuencia de los microorganismos aislados (n = 67)

Microorganismo	n	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	15	22.4
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	13	19.4
<i>Escherichia coli</i>	12	17.9
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	5	7.5
<i>Enterobacter cloacae complex</i>	5	7.5
<i>Enterococcus faecalis</i>	5	7.5
<i>Morganella morganii</i>	4	6
<i>Serratia marcescens</i>	3	4.5
<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	3
<i>Staphylococcus hominis</i>	1	1.5
<i>Citrobacter sedlakii</i>	1	1.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	1.5

Unidad de Vigilancia Epidemiológica Hospitalaria en el Hospital de Cardiología, donde ha sido posible identificar oportunamente los casos, así como al incremento del número de intervenciones quirúrgicas debido a la transición epidemiológica que sitúa a las enfermedades cardiovasculares, especialmente a la cardiopatía isquémica, como un problema de salud pública mundial (Organización Mundial de la Salud).¹⁸

La mayoría de los pacientes tiene manifestaciones clínicas durante los primeros 14 días posteriores a la cirugía cardíaca. En nuestro estudio reportamos una mediana de 14.5 días. De acuerdo con Mekontso *et al.*, cuando el diagnóstico ocurre después de los 14 días de la operación cardíaca se asocia a tasas significativamente más altas de fracaso terapéutico, muerte relacionada con mediastinitis y mortalidad global.¹⁹

La mortalidad en nuestro reporte (7.4 %) fue menor a la observada en otros estudios, en los cuales se informa de 14 a 53 %.¹⁹⁻²⁸ El egreso por mejoría en 72.4 % de nuestra población se puede explicar por el hecho de que se trata de un centro de alta especialidad con amplia experiencia en la detección y manejo de estos casos.

Las características microbiológicas en este estudio no son exactamente las reportadas previamente.²⁹⁻³⁶ A pesar de ello, se observó un alto porcentaje de aislamientos monomicrobianos y pocos aislamientos polimicrobianos, lo cual es consistente con informes previos. En nuestro reporte, la frecuencia de microorganismos

Tabla 3. Perfil de resistencia antimicrobiana en los microorganismos aislados

Microorganismos	n	Perfil de resistencia									
		RM		RV		Cli		MLSB		RG	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	15	5	33.3	0	0	7	46.7	6	40	1	6.7
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	13	13	100	0	0	7	53.8	7	53.8	11	84.6
<i>Staphylococcus hominis</i>	1	1	100	0	0	1	100	1	100	0	0
Enterobacterias*		BLEE		RQ		RA		STX		RC	
<i>Escherichia coli</i>	12	5	41.7	7	58.3	1	8.3	10	83.3	0	0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	5	5	100	2	40	0	0	5	100	0	0
<i>Morganella morganii</i>	4	0	0	2	50	0	0	3	75	0	0
<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	0	0	0	0	0	0	1	50	0	0

*No se muestran *Enterobacter cloacae complex*, *Serratia marcescens* y *Citrobacter sedlakii* debido a que no presentaron resistencias.

BLEE: betalactamasas de espectro extendido; Cli: resistencia a clindamicina; MLSB: fenotípico de resistencia macrólido-lincosamida-estreptogramina B; RA: resistencia a los aminoglucósidos; RC: resistencia a carbapenémicos; RG: resistencia al glucopéptido; RM: resistencia a la meticilina; RQ: resistencia a quinolonas; RV: resistencia a vancomicina; STX: resistencia a trimetoprima-sulfametoazol.

aislados fue de 67 %; la microbiota de piel fueron los principales microorganismos involucrados. La colonización nasal por *Staphylococcus aureus* precede con frecuencia a la mediastinitis posesternotomía; en nuestro estudio se identificó este factor de riesgo en 33.3 % de los pacientes y en otras investigaciones se reporta una colonización mayor de 52.9 %,³⁶ sin embargo, se describe que no todos los pacientes colonizados desarrollan mediastinitis y que pacientes no colonizados pueden presentar esta complicación. Lo anterior refleja que otros factores independientes contribuyen a su desarrollo.³⁴⁻³⁶ En este estudio, 41 % (n = 11) presentó bacteriemia secundaria a mediastinitis por *Staphylococcus aureus*, lo cual cobra relevancia debido a la patogenicidad de este microorganismo para causar infección sistémica a través de múltiples factores de virulencia.^{13,29,31-37}

Las bacterias gramnegativas tuvieron una alta frecuencia (56.7 %) y de ellas la más común fue *Escherichia coli* (17.9 %). Existen pocos reportes similares a este hallazgo,^{38,39} si bien *Staphylococcus aureus* (22.4 %) fue el más prevalente. Es importante señalar que los aislamientos dependen de la distribución de los microorganismos patógenos en los diferentes países; las diferencias resultan de las acciones de varios factores como la ecología bacteriana local, la política antibiótica institucional o ambos.³⁹ Al comparar estos resultados con los del estudio realizado por Múñez *et al.*, se observa que la frecuencia de *Escherichia coli* fue mayor en nuestro hospital (18 %

versus 6 %), donde ocupó el tercer lugar.¹² En el perfil de resistencia encontramos un alto porcentaje de resistencia a la meticilina (100 % de estafilococos coagulasa negativos [*Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus hominis*] y 33 % de *Staphylococcus aureus*).

En cuanto a las bacterias gramnegativas, el principal mecanismo de resistencia consiste en las betalactamasas de espectro extendido,³⁸ con un porcentaje importante de producción de estas en las cepas de *Klebsiella pneumoniae* (100 %) y *Escherichia coli* (41.6 %). Encontramos 58.3 % (n = 7) de resistencia a quinolonas en *Escherichia coli*, 40 % (n = 2) en *Klebsiella pneumoniae* y 50 % (n = 2) en *Morganella morganii*. Las bacterias gramnegativas frecuentemente se asocian a mayor falla del drenaje, infección secundaria, necesidad de ventilación mecánica prolongada o uso de vasopresores. La media de estancia hospitalaria se prolonga a 47.5 días en comparación con 25 y 28 días registrados en Australia y China.^{23,39} En relación con la estancia hospitalaria y la mortalidad en la población estudiada, hubo una relación inversa debido a que los pacientes que fallecieron presentaron una estancia hospitalaria corta y los pacientes que sobrevivieron, una estancia prolongada.

Nuestro estudio es el primero en México que incluye la identificación y resistencia bacteriana. Entre sus debilidades se encuentran el pequeño tamaño de muestra, el corto periodo analizado y la imposibilidad

de calcular la tasa de mortalidad por cada tipo de microorganismo involucrado.

Conclusiones

El microorganismo más frecuentemente aislado en los casos de mediastinitis posquirúrgica cardiaca fue *Staphylococcus aureus*; sin embargo, las enterobacterias representaron casi la mitad de los casos, por lo que se hace énfasis en el papel de la higiene hospitalaria. Finalmente, se recomienda un estudio más completo durante un periodo más largo para identificar asociaciones de riesgo para el desarrollo de mediastinitis posoperatoria y así detectar áreas de mejora que contribuyan a la detección oportuna.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los doctores Edgar Cruz García, Ma. Guadalupe Carrillo Montes, Irma Isordia Salas, por sus aportaciones a este trabajo. A Jesús Manuel Ramos Hernández y al personal del Laboratorio de Bacteriología Clínica del Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, por su contribución a esta investigación.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiación para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no realizaron experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que siguieron los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores obtuvieron la aprobación del Comité de Ética para el análisis y publicación de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria. El consentimiento informado de los pacientes no fue requerido por tratarse de un estudio observacional retrospectivo.

Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/GMM.22000163 Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado online para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

Bibliografía

1. Martínez-Vallina P, Espinosa-Jiménez D, Hernández-Pérez L, Trivino-Ramírez A. Mediastinitis. Arch Bronconeumol. 2011;47:32-6.
2. Guéröt E. Mediastinitis después de cirugía cardiaca. EMC-Anestesia-Reanimación. 2013;39:1-8.
3. Athanasiadis KA. Infections of the mediastinum. Thorac Surg Clin. 2009;19:37-45.
4. Lemaignen A, Birgand G, Ghodhbane W, Alkhoder S, Lolom I, Belorgey S, et al. Sternal wound infection after cardiac surgery: incidence and risk factors according to clinical presentation. Clin Microbiol Infect. 2015;21:674.e11-674.e18.
5. Lepelletier D, Perron S, Bizouarn P, Caillou J, Drugeon H, Michaud JL, et al. Surgical-site infection after cardiac surgery: incidence, microbiology, and risk factors. Infect Control Hosp Epidemiol. 2005;26:466-72.
6. Finkelstein R, Rabino G, Mashiah T, Bar-El Y, Adler Z, Kertzman V, et al. Surgical site infection rates following cardiac surgery: the impact of a 6-year infection control program. Am J Infect Control. 2005;33:450-4.
7. Abboud CS, Wey SB, Baltar VT. Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery. Ann Thorac Surg. 2004;77:676-83.
8. Crabtree TD, Codd JE, Fraser VJ, Bailey MS, Olsen MA, Damiano RJ. Multivariate analysis of risk factors for deep and superficial sternal infection after coronary artery bypass grafting at a tertiary care medical center. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2004;16:53-61.
9. Fernández-de la Reguera G, Soto-Nieto G, López-Madrigal N, Moreno-González A, Medina-Concepción LE, Herrera-Alarcón V, et al. Mediastinitis posquirúrgica. Arch Cardiol Mex. 2011;81:64-72.
10. Cristofolini M, Worlitzsch D, Wienke A, Silber RE, Borneff-Lipp M. Surgical site infections after coronary artery bypass graft surgery: incidence, perioperative hospital stay, readmissions, and revision surgeries. Infection. 2012;40:397-404.
11. Barros-de Oliveira-Sá MP, Oliveira-Silva D, Nibbering-de Souza-Lima E, de Carvalho-Lima R, Pires-Vasconcelos-Silva F, Goncalves-de Rueda F, et al. Postoperative mediastinitis in cardiovascular surgery postoperation. Analysis of 1038 consecutive surgeries. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2010;25:19-24.
12. Múñez E, Ramos A, Álvarez-de Espejo T, Vaqué J, Castedo E, Martínez-Hernández J, et al. Etiología de las infecciones del sitio quirúrgico en pacientes intervenidos de cirugía cardiaca. Cir Cardiovasc. 2013;20:139-43.
13. Solid JUE, Furberg AS, Hanssen AM, Johannessen M. *Staphylococcus aureus*: determinants of human carriage. Infect Genet Evol. 2014;21:531-41.
14. Gutiérrez-Urbóna JM, Pereira-Rodríguez MJ, Cuénca-Castillo JJ. Estudio de casos y controles de los factores de riesgo de mediastinitis en cirugía de revascularización miocárdica. Cir Cardiovasc. 2013;20:13-7.
15. Farsky PS, Graner H, Duccini P, da Cassia-Zandonadi E, Lerner-Amato V, Anger J, et al. Risk factors for sternal wound infections and application of the STS score in coronary artery bypass graft surgery. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2011;26:624-9.
16. Horan TC, Andrus M, Dudeck MA. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. Am J Infect Control. 2008;36:309-32.
17. Careaga-Reyna G, Aguirre-Baca GG, Medina-Concepción LE, Borrajo-Sánchez G, Prado-Villegas G, Argüero-Sánchez R. Risk factors for mediastinitis and sternal dehiscence after cardiac surgery. Rev Esp Cardiol. 2006;59:130-5.
18. World health statistics 2021: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals [Internet]. Suiza: World Health Organization; 2022.
19. Mekontso-Dessap A, Vivier E, Girou E, Brun-Buisson C, Kirsch M. Effect of time to onset on clinical features and prognosis of post-sternotomy mediastinitis. Clin Microbiol Infect. 2011;17:292-9.
20. Parada JM, Carreño M, Camacho J, Sandoval NF, Umaña JP. Factores asociados con la aparición de mediastinitis en 2.073 revascularizaciones miocárdicas. Rev Colomb Cardiol. 2014;21:119-24.
21. Trouillet JL, Vuagnat A, Combes A, Bors V, Chastre J, Gandjbakhch I, et al. Acute poststernotomy mediastinitis managed with debridement and closed-drainage aspiration: factors associated with death in the intensive care unit. J Thorac Cardiovasc Surg. 2005;129:518-24.

22. Ariaratnam P, Bland M, Loubani M. Risk factors and mortality associated with deep sternal wound infections following coronary bypass surgery with or without concomitant procedures in a UK population: a basis for a new risk model? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2010;11:543-6.
23. Floros P, Sawhney R, Vrtik M, Hinton-Bayre A, Weimers P, Senewiratne S, et al. Risk factors and management approach for deep sternal wound infection after cardiac surgery at a tertiary medical centre. *Heart Lung Circ.* 2011;20:712-7.
24. Ridderstolpe L, Gill H, Granfeldt H, Ahlfeldt H, Rutberg H. Superficial and deep sternal wound complications: incidence, risk factors and mortality. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001;20:1168-75.
25. Baillot R, Cloutier D, Montalín L, Côté L, Lellouche F, Houde C, et al. Impact of deep sternal wound infection management with vacuum-assisted closure therapy followed by sternal osteosynthesis: a 15-year review of 23,499 sternotomies. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;37:880-7.
26. Ang LB, Veloria EN, Evanina EY, Smaldone A. Mediastinitis and blood transfusion in cardiac surgery: a systematic review. *Heart Lung.* 2012;41:255-63.
27. Ruka E, Dagenais F, Mohammadi S, Chauvette V, Poirier P, Voisine P. Bilateral mammary artery grafting increases postoperative mediastinitis without survival benefit in obese patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;50:1188-95.
28. Sjögren J, Malmsjö M, Gustafsson R, Ingemansson R. Poststernotomy mediastinitis: a review of conventional surgical treatments, vacuum-assisted closure therapy and presentation of the Lund University Hospital mediastinitis algorithm. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30:898-905.
29. Chan M, Yusuf E, Giulieri S, Perrottet N, von Segesser L, Borens O, et al. A retrospective study of deep sternal wound infections: clinical and microbiological characteristics, treatment, and risk factors for complications. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2016;84:261-5.
30. Russo PL, Spelman DW. A new surgical-site infection risk index using risk factors identified by multivariate analysis for patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2002;23:372-6.
31. Mekontso-Dessap A, Kirsch M, Brun-Buisson C, Loisance D. Poststernotomy mediastinitis due to *Staphylococcus aureus*: comparison of methicillin-resistant and methicillin-susceptible cases. *Clin Infect Dis.* 2001;32:877-83.
32. Muñoz P, Menasalvas A, Bernaldo-de Quirós JC, Desco M, Vallejo JL, Bouza E. Postsurgical mediastinitis: a case-control study. *Clin Infect Dis.* 1997;25:1060-4.
33. Lin CH, Hsu RB, Chang SC, Lin FY, Chu SH. Poststernotomy mediastinitis due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* endemic in a hospital. *Clin Infect Dis.* 2003;37:679-84.
34. Dodds-Ashley ES, Carroll DN, Engemann JJ, Harris AD, Fowler VG, Sexton DJ, et al. Risk factors for postoperative mediastinitis due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis.* 2004;38:1555-60.
35. Baum SE, Dooley DP. Preventing methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in cardiovascular surgery patients: can we do any better? *Clin Infect Dis.* 2004;38:1561-3.
36. San Juan R, Chaves F, López-Gude MJ, Díaz-Pedroche C, Otero J, Cortina-Romero JM, et al. *Staphylococcus aureus* poststernotomy mediastinitis: description of two distinct acquisition pathways with different potential preventive approaches. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;134:670-6.
37. Combes A, Trouillet JL, Joly-Guillou ML, Chastre J, Gibert C. The impact of methicillin resistance on the outcome of poststernotomy mediastinitis due to *Staphylococcus aureus*. *Clin Infect Dis.* 2004;38:822-9.
38. Drieux L, Brossier F, Sougakoff W, Jarlier V. Phenotypic detection of extended-spectrum beta-lactamase production in Enterobacteriaceae: review and bench guide. *Clin Microbiol Infect.* 2008;14:90-103.
39. Ma JG, An JX. Deep sternal wound infection after cardiac surgery: a comparison of three different wound infection types and an analysis of antibiotic resistance. *J Thorac Dis.* 2018;10:377-87.