

Original

Modelo predictivo de mediastinitis postoperatoria en cirugía cardiovascular



Gustavo de J. Bermúdez-Yera^{a,*}, Alfredo M. Naranjo-Ugalde^b, Magda A. Rabassa-LópezCallejas^c, Álvaro L. Lagomasino-Hidalgo^a, Ernesto Chaljub-Bravo^a y Eligio E. Barreto-Fiu^d

^a Departamento de cirugía cardiovascular, Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara, Santa Clara, Cuba

^b Departamento de cirugía cardiovascular pediátrica, Cardiocentro pediátrico William Soler, La Habana, Cuba

^c Departamento de cardiología, Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara, Santa Clara, Cuba

^d Departamento de bioestadística, Universidad de ciencias médicas de Villa Clara, Santa Clara, Cuba

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 27 de junio de 2019

Aceptado el 27 de septiembre de 2019

On-line el 18 de noviembre de 2019

Palabras clave:

Infección del sitio quirúrgico
Cirugía cardiovascular
Mediastinitis postoperatoria
Esternotomía mediana longitudinal
Herida quirúrgica

Keywords:

Surgical site infection
Cardiovascular surgery
Postoperative mediastinitis
Median sternotomy
Surgical wound

R E S U M E N

Introducción: La esternotomía mediana longitudinal es la incisión más usada para la cirugía cardiovascular. Su infección profunda es la mediastinitis postoperatoria y constituye aún un serio problema. Su predicción ayudaría a trazar protocolos preventivos y reducir su incidencia.

Objetivos: Diseñar un modelo predictivo de mediastinitis postoperatoria a través de factores de riesgo.

Método: Se realizó un estudio analítico retrospectivo de casos y controles que enroló el 100% de los casos de mediastinitis y 4 controles por cada uno e involucró 20 años de trabajo del Cardiocentro Ernesto Guevara. Se empleó la regresión logística con ajustes para obtener el modelo.

Resultados: La incidencia de mediastinitis postoperatoria es del 0,98%, con múltiples factores de riesgo predictores, pero los de mayor valor son: enfermedad pulmonar obstructiva crónica, hiperglucemia postoperatoria, tiempo de ventilación artificial mecánica mayor de 24 h, transfusión de más de 2 unidades de hemoderivados, neumotórax y sepsis endovascular que fueron los que arrojó el modelo de regresión logística. Se realizó su validación interna por división de datos.

Conclusiones: Se obtuvo un modelo predictivo con ajuste y poder discriminativo con 6 predictores.

© 2019 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Predictive model for postoperative mediastinitis after cardiovascular surgery

A B S T R A C T

Introduction: The most common incision for cardiovascular surgery is median longitudinal sternotomy. Postoperative mediastinitis is deep infection of this. On being a serious problem, predicting it can help to provide guidelines for prevention and to reduce its incidence.

Objectives: To design a predictive model for postoperative mediastinitis with risk factors.

Methods: A retrospective cases-controls analytical study conducted, that enrolled 100% of cases with postoperative mediastinitis and 4 controls for each case. The study included 20 years of work in Cardiocentro Ernesto Guevara. An adjusted logistic regression was performed to obtain the model.

Results: The incidence of postoperative mediastinitis was 0.98%, with numerous risk factor predictors, with the most important being: chronic obstructive pulmonary disease, postoperative hyperglycaemia, mechanical artificial ventilation for more than 24 hours, transfusion of more than 2 units of blood products, pneumothorax, and endovascular sepsis. These were the significant factors in the logistic regression model. Validation was made by data splitting method.

Conclusions: A predictive model with discriminative power was obtained with 6 predictors.

© 2019 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El paradigma conceptual de la medicina ha experimentado la sucesiva evolución del paliativo al curativo, luego al preventivo y

por último al predictivo. El actual desarrollo científico exige la aplicación de protocolos de trabajo que incluyan el enfoque predictivo y permitan trazar estrategias para prevenir eventos adversos¹⁻⁵. La esternotomía mediana longitudinal es la incisión de elección para la cirugía cardiovascular, propuesta por Milton desde 1897 y extendido su uso a partir de la década de 1950⁶.

La infección de la herida quirúrgica constituye aún en la actualidad un serio problema al que dar solución. La mediastinitis

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gustavodejesus@infomed.sld.cu (G.d.J. Bermúdez-Yera).

postoperatoria es la infección profunda de esta incisión, se reporta en el 1-2%⁷ y con letalidad entre el 8,6 y 40%, de ahí que se la juzgue como una complicación temida de la cirugía cardiovascular^{7,8}.

Su incidencia publicada en la actualidad varía entre el 1 y 4% en series de Suecia, Holanda, Estados Unidos, Alemania, Italia, Francia y Bélgica⁹⁻¹⁸. En consenso de expertos sobre prevención y manejo de las infecciones esternales, en Estados Unidos, se advierte que ha disminuido su incidencia pero su aparición eleva considerablemente los costos hospitalarios¹³. A pesar de las modernas técnicas quirúrgicas, el uso de profilaxis antibiótica y la cuidadosa preparación de la piel del paciente, tiene alta morbilidad y autores como Belarj et al. inciden en la necesidad de mejorar los protocolos de actuación¹⁹.

Con esa premisa, es importante predecir la mediastinitis postoperatoria a partir de factores de riesgo. Sería útil construir un modelo matemático predictivo, base para una futura escala de riesgo. Existen modelos y algunas escalas de riesgo para otras poblaciones²⁰⁻²⁵. En Cuba no hay ningún estudio que haya permitido la construcción de un modelo predictivo, mucho menos de una escala matemática para estimar el riesgo de padecer mediastinitis postoperatoria, lo que puntualmente constituye el problema científico.

El objetivo general es diseñar un modelo predictivo de mediastinitis postoperatoria a través de factores de riesgo; para ello, se trazaron varios objetivos específicos como: caracterizar variables clinicoepidemiológicas de la mediastinitis postoperatoria, determinar los factores de riesgo predictores de la misma, diseñar el modelo y realizar la validación interna.

Método

Se realizó un estudio analítico retrospectivo de casos y controles en torno a la presencia de mediastinitis postoperatoria en el Hospital Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara de Santa Clara desde el año 2000 hasta mayo de 2019, con el objetivo de diseñar un modelo predictivo de esta afección mediante factores de riesgo. El universo de estudio lo constituyeron todos los pacientes intervenidos quirúrgicamente por esternotomía mediana longitudinal en dicho centro y periodo, y la muestra quedó constituida por:

- Los casos, que fueron la totalidad de los que presentaron el diagnóstico de mediastinitis postoperatoria. Los criterios de inclusión se refieren más adelante, y coincidieron con lo reglamentado por el *Center for Diseases Control and Prevention* para esta situación.
- Los controles, 4 por cada caso, se constituyeron por muestreo estratificado según tipo de intervención, cercanía en fecha con la aparición de los casos, edad cercana (± 5 años) y el mismo sexo del caso.

La variable mediastinitis postoperatoria se define como la infección profunda del sitio quirúrgico luego de esternotomía mediana longitudinal, que compromete los tejidos por debajo de la fascia muscular, con o sin compromiso del esternón y el resto de la cavidad mediastínica. Los criterios de inclusión en el estudio coinciden con los del *Center for Diseases Control and Prevention*, los cuales son^{10,11,25}:

1. Secreción purulenta procedente de la herida profunda o de los drenajes; aislamiento de microorganismo en cultivo de estas secreciones o mediante la aspiración del mediastino por punción con aguja.
2. Dehiscencia espontánea o practicada por el cirujano con presencia de pus.
3. Evidencias de mediastinitis confirmadas por el cirujano en la reintervención.

4. La presencia de uno de estos signos o síntomas como fiebre de 38 °C, dolor torácico, inestabilidad esternal en combinación con drenaje purulento del mediastino o cultivo de secreciones o hemocultivo en que se aisló un germen.
5. Evidencia de un absceso, ya observado directamente en la reintervención, ya por examen radiológico o histopatológico.

De todos los criterios, el de mayor fuerza fue la evidencia de mediastinitis postoperatoria durante la reintervención.

Análisis estadístico

El estudio de casos y controles requirió calcular la incidencia de mediastinitis postoperatoria de acuerdo al total de pacientes intervenidos quirúrgicamente del corazón o grandes vasos mediante la esternotomía mediana longitudinal como incisión de abordaje.

Se realizó análisis univariado mediante la regresión logística binaria simple, para el cálculo de los odds ratio (OR), que expresan la fortaleza de la asociación entre los posibles factores pronósticos y la aparición de la enfermedad. Se determinó para cada factor el intervalo de confianza del 95% para la estimación del OR y la significación del estadígrafo Wald correspondiente a cada coeficiente de la ecuación del modelo logístico.

Entre las posibles variables a incluir en el modelo de regresión logística multivariada están:

Variables preoperatorias o antecedentes: diabetes mellitus, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), hábito de fumar, obesidad, estadía preoperatoria, disfunción ventricular izquierda.

Variables intraoperatorias: cirugía coronaria, cirugía de urgencia, tiempo de derivación cardiopulmonar, tiempo de paro anóxico, transfusión de más de 2 unidades de hemoderivados, bajo gasto intraoperatorio.

Variables postoperatorias: estadía postoperatoria en unidad de cuidados intensivos postoperatorios, tiempo de ventilación artificial mecánica, reintervención en el postoperatorio inmediato, hiperglucemia postoperatoria, sepsis endovascular, arritmias, infarto agudo de miocardio perioperatorio, uso de marcapasos, taponamiento cardíaco, neumotórax, sepsis respiratoria.

Para la elaboración del modelo se realizó un análisis de regresión logística binaria multivariada, la variable presencia de mediastinitis fue variable dependiente (1-presente, 0-ausente). Como posibles factores predictivos se incluyeron en el estudio aquellas variables con coeficientes significativamente distintos de cero, en las que el intervalo confianza correspondientes al OR no fuera excesivamente amplio.

La selección de variables para construir el modelo fue paso a paso a través del método introducir, lo que permitió mitigar el efecto indeseado de la colinealidad de las variables independientes y se tuvieron en cuenta consideraciones basadas en la práctica médica de los investigadores.

Para la valoración del rendimiento del modelo se analizó su discriminación mediante el área bajo la curva ROC y su calibración mediante el resultado de la prueba de Hosmer-Lemeshow. Se buscó el punto de corte óptimo correspondiente a la probabilidad de mediastinitis, se determinó el punto sobre la curva ROC más cercano a 0,1.

Se indicó cómo ajustar el término constante de la ecuación de regresión logística multivariada para determinar la probabilidad del evento de salud (ocurrencia de la mediastinitis), porque el modelo de este estudio se elaboró a partir de un diseño de casos y controles.

Se realizó validación interna del modelo por partición de la muestra (*data splitting*). El conjunto de casos y sus correspondientes controles se dividió en 2 subconjuntos de datos, uno con el 70% para

Tabla 1
Incidencia de mediastinitis postoperatoria

Pacientes intervenidos enero/2000-mayo/2019	Mediastinitis postoperatoria	
	N	%
4.607	45	0,98

Fuente: Libros de registro.

elaborar el modelo (entrenamiento) y el otro con el 30% restante para la validación (prueba).

Resultados

En la **tabla 1** se muestra la incidencia de la mediastinitis postoperatoria en el Cardiocentro Ernesto Guevara de Santa Clara, la cual fue del 0,98% desde enero de 2000 hasta mayo de 2019. Valga aclarar que desde 2000 hasta 2008 la incidencia fue superior a 1,60,

pero desde 2009 a la actualidad decreció a 0,60. Esta es la incidencia real calculada en base al total de pacientes intervenidos por esternotomía mediana longitudinal.

En la **tabla 2** se aprecia el análisis univariado y los resultados de la asociación de las variables estudiadas con la mediastinitis postoperatoria; mediante una regresión logística binaria simple, se consideró significativa la asociación por el test de wald, con valores de $p < 0,05$, además de calcular los OR con un intervalo de confianza del 95%. Obsérvese en la tabla el listado de variables de mayor asociación en cursiva.

La **tabla 3** expone el modelo, además de su ecuación binaria que fue útil para calcular la probabilidad de mediastinitis en la muestra, con punto de corte en 0,5.

La calibración del modelo por la prueba de Hosmer-Lemeshow se observa en la **tabla 4** con resultado de $p = 0,863$.

El poder discriminante del modelo se evaluó mediante la curva ROC, que se muestra en la figura. 1; se obtuvo un área bajo la curva de 0,961.

Tabla 2
Análisis univariado de los factores de riesgo

Variabes	p	OR	Intervalo de confianza (95%)
<i>Transfusión de hemoderivados (+2 unidades)</i>	0,000	14,82	6,67-33,05
<i>Sepsis respiratoria postoperatoria</i>	0,000	13,75	6,24-30,32
<i>Enfermedad pulmonar obstructiva crónica</i>	0,000	11,81	5,53-25,22
<i>Hiperglucemia postoperatoria</i>	0,000	7,62	3,35-17,32
<i>Bajo gasto cardiaco postoperatorio</i>	0,000	6,24	2,57-15,16
<i>Tiempo de ventilación artificial mecánica > 24 h</i>	0,000	5,78	2,87-11,63
<i>Hábito de fumar</i>	0,000	4,50	2,27-8,92
<i>Diabetes mellitus</i>	0,000	4,34	2,13-8,86
<i>Estadía postoperatoria en UCI</i>	0,000	1,76	1,45-2,13
<i>Bajo gasto cardiaco intraoperatorio</i>	0,002	4,39	1,73-11,13
<i>Hemorragia intraoperatoria</i>	0,005	11,13	2,08-59,41
<i>Reintervención en el postoperatorio inmediato</i>	0,005	3,27	1,44-7,44
<i>Neumotórax postoperatorio</i>	0,007	4,55	1,51-13,74
<i>Derrame pericárdico postoperatorio</i>	0,016	3,32	1,25-8,83
<i>Estadía preoperatoria</i>	0,016	0,93	0,87-0,99
<i>Disfunción de ventrículo izquierdo</i>	0,019	3,50	1,23-9,99
<i>Sepsis endovascular</i>	0,030	3,13	1,12-8,75
<i>Arritmia en el postoperatorio</i>	0,070	2,10	0,94-4,70
<i>Uso de balón de contrapulsación intraaórtico</i>	0,076	3,42	0,88-13,28
<i>Arritmia intraoperatoria</i>	0,078	2,62	0,90-7,63
<i>Taponamiento</i>	0,161	4,14	0,57-30,22
<i>Tiempo de derivación cardiopulmonar</i>	0,236	1,01	0,99-1,02
<i>Infarto agudo de miocardio perioperatorio</i>	0,277	2,74	0,44-16,94
<i>Obesidad</i>	0,282	1,48	0,72-3,05
<i>Cirugía de urgencia</i>	0,317	2,07	0,50-8,62
<i>Cirugía coronaria</i>	0,349	0,73	0,38-1,41
<i>Uso de marcapasos en el postoperatorio</i>	0,424	1,76	0,44-7,11
<i>Tiempo de paro anóxico</i>	0,606	0,99	0,97-1,02

Fuente: Hoja de resultados del IBM SPSS versión 20.0.

Tabla 3
Resultados de la regresión logística binaria multivariada (modelo predictivo) y su ecuación

Varias	B	ET	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	IC 95% para Exp(B)	
							Inferior	Superior
<i>Enfermedad pulmonar obstructiva crónica</i>	2,281	0,510	19,970	1	0,000	9,785	3,598	26,608
<i>Hiperglucemia postoperatoria</i>	1,619	0,559	8,399	1	0,004	5,046	1,689	15,078
<i>Tiempo de ventilación artificial mecánica mayor de 24 h</i>	0,978	0,489	4,002	1	0,045	2,660	1,020	6,939
<i>Transfusión de más de 2 unidades de hemoderivados</i>	2,253	0,558	16,322	1	0,000	9,520	3,191	28,405
<i>Neumotórax postoperatorio</i>	1,839	0,896	4,213	1	0,040	6,289	1,087	36,400
<i>Sepsis endovascular</i>	1,921	0,849	5,116	1	0,024	6,827	1,292	36,066
Constante	-4,773	0,652	53,649	1	0,000	0,008		

Modelo predictivo.

Ecuación del modelo de regresión logística (modelo predictor de mediastinitis):

$$Prob(\text{Mediastinitis}) = \frac{1}{1 + e^{-(-4,77+2,28 \times 1 + 1,62 \times 2 + 0,98 \times 3 + 2,25 \times 4 + 1,84 \times 5 + 1,92 \times 6)}}$$

OR = Exp(B).

Fuente: Hoja de resultados del IBM SPSS versión 20.0.

Tabla 4
Resultados de la calibración del modelo predictivo ajustado

Prueba de Hosmer-Lemeshow			
Paso	Chi cuadrado	gl	Sig.
1	2,553	6	0,863

Fuente: Hoja de resultados del IBM SPSS versión 20.0.

Tabla 5
Valores predictivos del modelo

	Valores en %
Sensibilidad	82,22
Especificidad	87,22
Valor predictivo positivo	5,99
Valor predictivo negativo	99,80

Fuente: Hoja de resultados del IBM SPSS versión 20.0.

La **tabla 5** proporciona los valores predictivos del modelo. Para su cálculo se tuvo en cuenta la incidencia real de la enfermedad ($0,98 \times 100$).

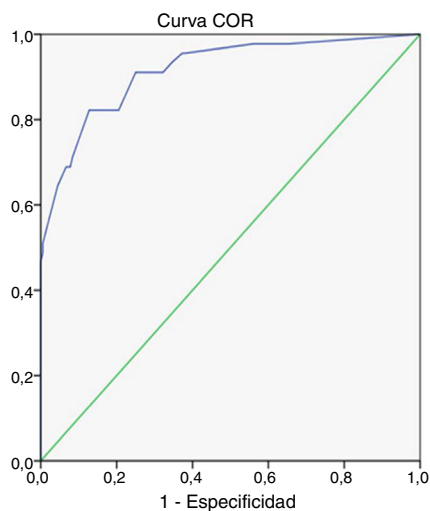
La validación del modelo fue del tipo interna por el método de *data splitting* o división de los datos como se explicó y su resultado se puede observar en la **tabla 6**. En ambos subconjuntos el modelo ofrece resultados muy parecidos en cuanto a porcentajes correctos y la prueba de bondad de ajuste de Hosmer-Lemeshow para ambos se encontró por encima de 0,5, lo que significa que el modelo se ajusta a los datos de la muestra de entrenamiento y de prueba.

Discusión

La **tabla 1** muestra que la incidencia de mediastinitis postoperatoria en Cardiocentro Ernesto Guevara durante el periodo de estudio es del 0,98%, la cual se comporta en el rango que señala la

mayoría de los autores^{7,8}. Lazar et al. manifiestan que en Estados Unidos mantiene una incidencia entre el 1 y 4%, con elevación de los costos y añaden que no existen guías específicas de práctica rutinaria para su prevención¹³. En el Hospital Universitario Aarhus de Dinamarca reportan una incidencia cercana a la nuestra del 1,25%²⁶. En la revisión realizada por Sharif et al. del Reino Unido, plantean que ocurre entre el 1 y 3% en dependencia de la definición usada, los factores de riesgo, la aplicación de medidas preventivas y la vigilancia epidemiológica estricta²⁷. De otra parte, el estudio de Zhou et al. sobre la revascularización miocárdica con uso de ambas arterias mamarias internas plantea que la mediastinitis postoperatoria puede incrementar su incidencia hasta el 3,26%, comparado con un 1,70% cuando se utiliza solo una²⁸⁻³⁰. En el trabajo que mostramos no se incluye el uso de ambas arterias mamarias por su poca práctica en el periodo de estudio. En Cuba, aparte de nuestro reporte, se cuenta con el de Machín et al. del Cardiocentro de Santiago de Cuba con una incidencia del 3,2% en el año 2011³¹. Hemos tenido una baja incidencia en estos 20 años, pero han sido pacientes con elevada morbilidad.

La **tabla 2** muestra los resultados del análisis univariado y se aprecia que importantes factores de riesgo como transfusión de hemoderivados, sepsis respiratoria postoperatoria, EPOC, hiperglucemia postoperatoria, bajo gasto cardiaco postoperatorio, tiempo de ventilación artificial mecánica mayor de 24 h, hábito de fumar, diabetes mellitus, reintervención en el postoperatorio inmediato, neumotórax postoperatorio, estadía postoperatoria en UCI y algunas otras pautan una relación significativa con la aparición de mediastinitis postoperatoria en la muestra. En el estudio de Konishi et al. se relacionan variables comunes a nuestro análisis como el tiempo de ventilación artificial mecánica y la estadía en cuidados intensivos, pero asocia otras como el tiempo de cirugía y pinzamiento aórtico³⁰. Gatti et al., de la Universidad de Trieste, Italia, en su análisis univariado de los factores de riesgo encontraron una relación significativamente estadística con sexo femenino,



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

Área bajo la curva

Variables resultado de contraste: probabilidad pronosticada

Área	Error típ. ^a	Sig. asintótica ^b	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
,916	,025	,000	,867	,965

Figura 1. Curva ROC del modelo para evaluar su discriminación. Punto de corte óptimo = 0,2916. Resultado positivo si $p \geq 0,2916$.

Tabla 6Resultados de la validación interna *data splitting* o división de los datos

		Pronosticado					
		Casos de entrenamiento			Casos de prueba		
		Mediastinitis		% correcto	Mediastinitis		% correcto
		No	Sí		No	Sí	
Mediastinitis	No	124	4	96,9	50	2	96,2
	Sí	16	16	50	4	9	69,2
Porcentaje global				87,5			90,8
Prueba de bondad de ajuste Hosmer-Lemeshow				p = 0,843			p = 0,589

Fuente: Hoja de resultados del IBM SPSS versión 20.0.

hábito de fumar, diabéticos mal controlados, anemia, tiempo prolongado de ventilación artificial mecánica y la politransfusión²², de las que coinciden solo el tiempo de ventilación artificial mecánica y la politransfusión. En la Universidad de Texas, Cutrell y su grupo demostraron en su muestra que los factores de riesgo con mayor significado de asociación con la mediastinitis postoperatoria fueron la estadía hospitalaria y la politransfusión³²; en nuestro estudio la estadía preoperatoria y postoperatoria en UCI mostraron asociación. Lemaigen et al., de París, Francia, encontraron en su estudio que los factores de riesgo que más se asociaron fueron la edad avanzada, diabetes mellitus, fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor de 50%, cirugía coronaria y combinada, uso de arteria mamaria interna, transfusiones, tiempo prolongado de ventilación artificial y estadía hospitalaria prolongada¹⁶; nuestra muestra no incluye el uso de doble arteria mamaria interna por el reducido número practicado, ya explicado. La cirugía coronaria no mostró asociación significativa. El análisis univariado del trabajo de Nieto, de Madrid, concluyó que los factores más relacionados fueron edad, obesidad, EPOC, disfunción renal aguda, tiempos prolongados de circulación extracorpórea y de pinzamiento aórtico, cirugía coronaria, tiempos prolongados de ventilación mecánica y con drenajes²⁰, a diferencia de la serie estudiada en la que la obesidad y los tiempos de circulación extracorpórea y pinzamiento no se relacionan significativamente, como sí lo hace el tiempo de ventilación artificial. Gutiérrez et al. en España, solo estudian la revascularización miocárdica y obtienen que se vinculan con la presencia de mediastinitis postoperatoria, obesidad, insuficiencia renal aguda, diabetes mellitus, tiempos prolongados de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico, estadía prolongada en cuidados intensivos y tiempo prolongado de ventilación artificial³³. Señala Machín que los factores con mayor asociación en su investigación fueron EPOC, estadía preoperatoria y en cuidados intensivos y tiempo prolongado de ventilación artificial³¹. Como apreciamos en múltiples estudios, factores como tiempo prolongado de ventilación artificial, EPOC, mal control glucémico en diabéticos, disfunción renal aguda, reintervenciones o politransfusiones, son los que se reiteran. Por eso, constituyen aquellos a los que se debe prestar mayor atención en virtud de la prevención, de ahí que en muchos centros de cirugía cardíaca se implementen estrategias de recuperación rápida para mitigar el efecto de muchos de estos elementos de riesgo.

La [tabla 3](#) muestra el análisis multivariado de regresión logística donde la inclusión de variables independientes fue paso a paso a través del método introducir, lo que permitió mitigar el efecto indeseado de la colinealidad. Quedó como modelo predictivo concluyente de nuestro estudio aquel que conforman las variables: EPOC, hiperglucemia postoperatoria, tiempo de ventilación artificial mecánica mayor de 24 h, transfusión de más de 2 unidades de hemoderivados, neumotórax postoperatorio y sepsis endovascular. Coincide con los modelos de otros autores en algunas variables y difiere en otras. La sepsis endovascular no ha sido reportada en otro modelo y se reiteran el tiempo prolongado de

ventilación artificial mecánica y la transfusión de hemoderivados. Debido a las especificidades muestrales, cada modelo predice de acuerdo a las características de la población de la que se obtiene, por ello es necesario evaluar su rendimiento a través de su poder discriminante y de su calibración y mejor aún validarlo, ya sea interna o externamente. Como el publicado por Nieto, de Madrid, España en 2014²⁰, validada en esa población en el 2015²¹. En 2016, en Italia, se elaboró un modelo con el objetivo de predecir la mediastinitis luego de cirugía coronaria con el uso de arteria mamaria bilateral, con buena discriminación y calibración²². En Brasil se desarrollaron 2 modelos, solo para cirugía coronaria^{23,24}, ambos en 2017 con buen ajuste y validación interna. También para la cirugía coronaria, se validó en Italia otro modelo predictivo de reciente publicación, a partir de varios modelos preexistentes²⁵.

Ofrecemos la ecuación del modelo en la propia tabla con punto de corte en 0,5 lo que significa que por encima o igual a esta cifra, su valor predictivo es positivo y por debajo sería negativo.

Para evaluar el rendimiento del modelo se analizó calibración y poder discriminante.

Calibración

Como se realizó un estudio de casos y controles, en el que la incidencia no es real, se debe ajustar el término constante de la ecuación anterior (-4,77), para poder calcular la probabilidad con mayor exactitud, lo cual se realizó a través de la siguiente expresión aritmética:

$$\beta_{ajustado} = \beta_0 - \ln \left[f_1 \left(\frac{1-f_2}{f_2} \right) \right]$$

Donde $\beta_{ajustado}$ constituye el ajuste del modelo a la incidencia real, β_0 la constante del modelo (-4,77), f_1 es la incidencia en el entorno donde se construyó el modelo según estudio de casos y controles (20%), y f_2 constituye la incidencia real de la mediastinitis en el contexto donde se va a realizar el pronóstico (0,98%).

Luego de este cálculo se pudo hacer la prueba de Hosmer-Lemeshow, ahora con la incidencia ajustada y calibrar correctamente el modelo. Se obtuvo un valor de 0,863 que indica que el modelo posee un buen ajuste a los datos por ser mayor de 0,05. Lo que se plasmó en la [tabla 4](#).

Discriminación

Se evaluó mediante la curva ROC, que se mostró en la [figura 1](#). Apreciamos un área bajo la curva de 0,916 por lo que el modelo tiene capacidad discriminatoria. Muchos autores utilizan la curva ROC para estos fines^{20,21,25}.

Buen ajuste (calibración) y capacidad discriminatoria se traducen en buen rendimiento del modelo predictivo.

Los valores predictivos del modelo se muestran en la [tabla 5](#), y para su cálculo se tuvo en cuenta la incidencia real de la mediastinitis postoperatoria (0,98%). Posee una sensibilidad y especificidad

adecuadas y un buen valor predictivo negativo, no así su valor predictivo positivo el cual no es bueno. O sea, que el modelo pronostica muy bien los que no van a tener mediastinitis postoperatoria. Esto se debe fundamentalmente al tipo de estudio presentado y a que la muestra es pequeña.

Se realizó una validación interna del modelo por el método de *data splitting* o división de los datos. Véase en la [tabla 6](#) que el conjunto de casos y sus correspondientes controles se dividió en 2 subconjuntos de datos, uno con el 70% para elaborar el modelo (entrenamiento) y el otro con el 30% restante para la validación (prueba). Se pudo observar que los porcentajes correctos para ambos subconjuntos son muy parecidos y la prueba de Hosmer-Lemeshow mostró buen ajuste.

Los modelos predictivos son una herramienta muy útil actualmente, además de constituir el primer paso hacia la obtención de una escala matemática de predicción de riesgo, necesarios en la práctica actual.

Conclusiones

La incidencia de mediastinitis postoperatoria en el Cardiocentro Ernesto Guevara es baja. Se determinaron los factores de riesgo predictores de esta complicación en la muestra. El modelo predictivo elaborado a partir de la regresión logística quedó compuesto por los predictores: EPOC, hiperglucemia postoperatoria, tiempo de ventilación artificial mecánica mayor de 24 h, transfusión de más de 2 unidades de hemoderivados, neumotórax postoperatorio y sepsis endovascular. Presentó buen ajuste y poder discriminante, sobre todo valor predictivo negativo. Se logró realizar su validación interna por el método de división de datos.

Limitaciones del estudio: La principal limitante del estudio es la muestra pequeña. Es una suerte tener baja incidencia de mediastinitis, pero nos afecta la investigación. Además, el tipo de estudio (casos y controles), pero fue imposible hacer una cohorte prospectiva por la pérdida de muchos datos debido a los años.

Financiación

Ninguna

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

- López DL. Diseño y elaboración de mapas conceptuales para la toma de decisiones multicriterio. Departamento organización industrial y gestión de empresas. [Tesis de Especialización]. Universidad de Sevilla; 2014.
- Fuentes Y. Investigación de operaciones II. Ingeniería industrial. Matriz de árbol de decisiones. Paraguay.; 2011 [citado 2019]. Disponible en: <https://uniioyubelky.files.wordpress.com/2011/03/matriz-de-arbol-de-decision.pdf>.
- Calancha Zuniga N. Breve aproximación a la técnica de árbol de decisiones.; 2011 [citado 2019]. Disponible en: <https://niefcz.files.wordpress.com/2011/07/breve-aproximacion-a-la-tecnica-de-arbol-de-decisiones.pdf>.
- Árboles de decisión. Área de Computación e inteligencia artificial. España: Universidad de Nebrija. 2018 [citado 2019].
- Maya Lopera E. Los árboles de decisión como herramienta para el análisis de riesgos de los proyectos. Departamento administración y negocios. [Tesis de Maestría]; Universidad EAFIT. 2018.
- González R, Raffo M, Vera M, Alarcón E, Saldías R, Gyhra A, et al. Mediastinitis postquirúrgica en cirugía cardíaca. Rev Chilena de Cirugía. 2005;57:203–8.
- Barthelemy A. Post-sternotomy mediastinitis. En: Mathieu D, editor. Handbook on hyperbaric medicine. Netherlands: Springer; 2006. p. 567–76.

- Van Wingerden JJ, Ubbink DT, van der Horst CM, de Mol BAJ. Poststernotomy mediastinitis: a classification to initiate and evaluate reconstructive management based on evidence from a structured review. J Cardiothorac Surg [Internet]. 2014;9:179. <http://dx.doi.org/10.1186/s13019-014-0179-4>.
- El Oakley R, Wright J. Postoperative mediastinitis: Classification and management. Ann Thorac Surg. 1996;61:1030–6.
- Sjögren J, Gustafsson R, Nilsson J, Malmström M, Ingemansson R. Clinical outcome after poststernotomy mediastinitis: vacuum-assisted closure versus conventional treatment. Ann Thorac Surg. 2005;79:2049–55.
- Sjogren J, Malmström 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.
- Petzina R, Gustafsson L, Mokhtari A, Ingemansson R, Malmström M. Effect of vacuum-assisted closure on blood flow in the peristernal thoracic wall after internal mammary artery harvesting. Eur J Cardiothorac Surg. 2006;30:85–9.
- Lazar HL, Vander Salm T, Engelman R, Orgill D, Gordon S. Prevention and management of sternal wound infections. Expert Consensus Review: Perioperative management. J Thorac Cardiovasc Surg. 2016;152:962–72.
- Grauhan O, Willy C. Prevention of poststernotomy wound infections by closed incision negative pressure therapy. En: Horch RE, Willy C, Kutschka I, editores. Deep sternal wound infections. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016. p. 119–33.
- De Feo M, Gregorio R, della Corte A, Marra C, Amarelli C, Renzulli A, et al. Deep sternal wound infection: The role of early debridement surgery. Eur J Cardiothorac Surg. 2001;19:811–6.
- Lemaignan 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.e11–8.
- Yusuf E, Chan M, Renz N, Trampuz A. Current perspectives on diagnosis and management of sternal wound infections. Infect Drug Resist. 2018;11:961–8.
- Ried M, Geis S, Potzger T, Neu R, Klein S, Prantl L, et al. Plastische Rekonstruktionsverfahren der Brustwand nach Mediastinitis. Der Chirurg. 2016.
- Belarj B, Dahroui B, Rar L, Atmani N, Frikh M, Ben Lahlou Y, et al. Exceptional association of two species of bacteria causing mediastinitis: Haemophilus influenzae (H. influenzae) and Aggregatibacter aphrophilus (A. aphrophilus). BMC Infect Dis. 2018;18:407.
- Nieto M. Diseño y validación de un modelo predictivo de mediastinitis en cirugía cardíaca. [Tesis Doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. 2014.
- Nieto M, Sanchez M, Busto B, Morales E, Garcia I, Manuel C, et al. Development and validation of a multivariable prediction model for mediastinitis poststernotomy. Intensive Care Med Exp [Internet]. 2015; 3:A955. DOI: <https://doi.org/10.1186/2197-425X-3-S1-A955>.
- Gatti G, Dell'Ángela L, Barbati G, Benussi B, Forti G, Gabrielli M, et al. A predictive scoring system for deep sternal wound infection after bilateral internal thoracic artery grafting. Eur J Cardiothorac Surg. 2016;49:910–7.
- Dos Santos Oliveira F, Oliveira de Freitas L, Rabelo-Silva E, Maggi da Costa L, Karam Kalil R, Pereira de Moraes MA. Predictors of mediastinitis risk after coronary artery bypass surgery: Applicability of score in 1.322 cases. Arq Bras Cardiol. 2017;109:207–12.
- Oliveira Sá MP, Ferraz PE, Freira A, Albuquerque RG, Lópes M, Vasconcelos F, et al. Development and validation of a stratification tool for predicting risk of deep sternal wound infection after coronary artery bypass grafting at a Brazilian hospital. Braz J Cardiovasc Surg. 2017;32:1–7.
- Gatti G, Rochon M, Raja SG, Luzzati R, Dreas L, Pappalardo A. Predictive models of surgical site infections after coronary surgery: Insights from a validation study on 7090 consecutive patients. J Hosp Infect. 2019;102:277–86.
- Juhl AA, Hody S, Videbaek TS, Damsgaard TE, Nielsen PH. Deep sternal wound infection after open-heart surgery: A 13-year single institution analysis. Ann Thorac Cardiovasc Surg. 2017;23:76–82.
- Sharif M, Ming Wong Ch, Harky A. Sternal wound infections, risk factors and management – How far are we? A literature review. Heart Lung Circ. 2019;28:835–43.
- Zhou P, Zhu P, Nie Z, Zheng S. Is the era of bilateral internal thoracic artery grafting coming for diabetic patients? An updated meta-analysis. J Thorac Cardiovasc Surg. 2019.
- Goh Siew SC. Post-sternotomy mediastinitis in the modern era. J Cardiac Surg [Internet]. 2017;32:556–66. <http://dx.doi.org/10.1111/jocs.13189>.
- Konishi Y, Fukunaga N, Abe T, Nakamura K, Usui A, Koyama T. Efficacy of new multimodal preventive measures for post-operative deep sternal wound infection. Gen Thorac Cardiovasc Surg. 2019;67:934–40.
- Machin JC. Factores predictores de mediastinitis aguda en cirugía cardiovascular, protocolo de prevención y algoritmos diagnóstico y terapéutico. [Tesis Doctoral]. Cuba: Universidad de ciencias médicas Santiago de Cuba; 2011.
- Cutrell JB, Barros N, McBroom M, Luby J, Minhajuddin A, Ring WS, et al. Risk factors for deep sternal wound infection after cardiac surgery: Influence of red blood cell transfusions and chronic infection. Am J Infect Control. 2016;44:1302–9.
- Gutiérrez JM, Pereira MJ, Cuenca JJ. Estudio de casos y controles de los factores de riesgo de mediastinitis en cirugía de revascularización miocárdica. Cir Cardio. 2013;20:13–7.