

Original

# Estimación del riesgo en cirugía de aorta. Experiencia inicial con la aplicación de un nuevo modelo predictivo



Alberto Berbel\*, Francisco J. Valera, Carlos E. Hernández, Mona Schuler, Oscar R. Blanco, Lucía Doñate, Ana M. Bel, Alejandro Vázquez, Tomás Heredia, Manuel Pérez-Guillén, Salvador Torregrosa y J. Anastasio Montero

Hospital Universitari i Politècnic La Fe, Valencia, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 15 de junio de 2014

Aceptado el 17 de octubre de 2014

On-line el 15 de diciembre de 2014

### Palabras clave:

Cirugía de aorta torácica

Modelo predictivo de riesgo

European System for Cardiac Operative Risk Evaluation

## R E S U M E N

**Introducción y objetivos:** Los modelos predictivos de mortalidad hospitalaria, EuroSCORE logístico y EuroSCORE II, ofrecen un rendimiento razonable en cirugía cardíaca. Sin embargo, su aplicación en la cirugía de aorta es motivo de controversia. El objeto del presente estudio es el diseño de un modelo de estimación de riesgo específico ajustado a pacientes con cirugía de aorta torácica.

**Métodos:** Se recogieron retrospectivamente 310 pacientes consecutivos con cirugía de aorta proximal (raíz, aorta ascendente y/o arco) entre 2006 y 2013. Se elaboró un modelo predictivo mediante regresión logística múltiple con las variables que resultaron significativas en el análisis univariado. La capacidad discriminatoria se calculó mediante el área bajo la curva ROC y se comparó con las obtenidas aplicando el EuroSCORE logístico y el EuroSCORE II.

**Resultados:** La mortalidad hospitalaria observada fue de un 8,1%. Las variables relacionadas con muerte hospitalaria fueron la clase NYHA, el aclaramiento de creatinina, el estado crítico preoperatorio y la endocarditis activa. La mortalidad predicha por el EuroSCORE logístico, el EuroSCORE II y el modelo elaborado fueron de 14,98, 8,12 y 8,06%, respectivamente. El área bajo la curva ROC fue de 0,665 (0,541-0,789) para el EuroSCORE logístico, de 0,718 (0,588-0,848) para el EuroSCORE II y de 0,775 (0,675-0,876) para el modelo elaborado (Hosmer-Lemeshow,  $p=0,405$ ).

**Conclusiones:** El modelo predictivo elaborado predice la mortalidad hospitalaria de manera más ajustada, y con mayor discriminación que el EuroSCORE logístico y el EuroSCORE II para pacientes sometidos a cirugía de aorta torácica, aportando además una mayor sencillez de cálculo al basarse únicamente en 4 parámetros preoperatorios.

© 2014 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Mortality risk score in aortic surgery. Initial experience with the implementation of a new predictive model

### A B S T R A C T

**Introduction and objectives:** Predictive stratification scores of hospital mortality, logistic EuroSCORE and EuroSCORE II are reasonable tools in cardiac surgery. However, its utility in aortic procedures is controversial. The aim of this study is to design a new specific mortality risk model adjusted to patients undergoing thoracic aortic surgery.

**Methods:** We analyzed retrospectively 310 consecutive patients who underwent surgery of proximal aorta (root, ascending and/or arch) between 2006 and 2013. A predictive model was developed using multiple logistic regression, entering variables that were significant in univariate analysis. Discriminatory performance was calculated by area under ROC curve and was compared with those of the logistic EuroSCORE and EuroSCORE II.

**Results:** The observed death in-hospital mortality was 8.1%. Hospital mortality related variables were NYHA class, creatinine clearance, critical preoperative status, and active endocarditis. Logistic EuroSCORE, EuroSCORE II and new model predicted mortality were 14.98, 8.12, and 8.06, respectively. Area under ROC curve was 0.665 (0.541-0.789) for logistic EuroSCORE, 0.718 (0.588-0.848) for EuroSCORE II and 0.775 (0.675-0.876) for the new developed model (Hosmer-Lemeshow  $P= .405$ ).

### Keywords:

Thoracic aortic surgery

Risk predictive model

European System for Cardiac Operative Risk Evaluation

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [alberto.berbel.bonillo@gmail.com](mailto:alberto.berbel.bonillo@gmail.com) (A. Berbel).

**Conclusions:** The new developed model predicts hospital mortality more accurate and with more discriminatory power than logistic EuroSCORE and EuroSCORE II in thoracic aortic surgery, also offering an easier method for the calculation based on only 4 preoperative parameters.

© 2014 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

Clásicamente, la estimación de riesgo de mortalidad hospitalaria en cirugía cardíaca se ha basado en modelos predictivos, siendo el European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) el más usado en nuestro medio. La potencia de predicción del modelo se basa en la determinación del estadístico C, que es el área bajo la curva receiver operating characteristic (ROC). En líneas generales, un estadístico C cercano a 0,5 significa que el modelo no es superior al azar en la predicción del evento y, por tanto, no es un buen modelo; el modelo se considera bueno para valores de C de 0,7, y muy bueno cuando C es superior a 0,8. En su versión original, el llamado EuroSCORE aditivo, rápidamente se observó una clara tendencia a la sobrestimación de mortalidad en pacientes de bajo riesgo y la infraestimación en los pacientes con riesgo elevado (puntuación > 15). Por dicho motivo pronto fue reemplazado por el modelo de regresión logística o EuroSCORE logístico, el cual se ajusta mejor a la mortalidad observada, aunque persiste la sobrestimación en pacientes de alto riesgo, tal y como se ha descrito en un metaanálisis reciente<sup>1</sup>. Usando este método de predicción, muchos autores han publicado una buena correlación en la estimación de riesgo no solo en cirugía coronaria, que fue inicialmente el procedimiento para el cual fue diseñado, sino también para procedimientos en cirugía cardíaca en general. Sin embargo, el EuroSCORE logístico es aún un método poco preciso para su empleo en ciertos grupos específicos, e incluso inferior al modelo aditivo en casos como, por ejemplo, la cirugía valvular aislada, con un estadístico C de 0,69<sup>2</sup>. La explicación teórica de esta aparente mala calibración del EuroSCORE podría ser el hecho de que el modelo se basa en una población de pacientes intervenidos hace casi 2 décadas, y que, por tanto, su uso en la cirugía cardíaca actual estaría muy limitado. Sin embargo, tal y como demuestran Siregar et al.<sup>1</sup> en su artículo de revisión, la proporción mortalidad observada/mortalidad esperada utilizando este score de riesgo ha aumentado con el paso del tiempo, lo que indica una menor sobrestimación actual de la mortalidad y, por tanto, cierta mejora en la utilidad del modelo. Sea como fuere, y como un nuevo intento de mejorar su utilidad, en 2010 se analizaron los resultados en 23.000 pacientes de 150 hospitales pertenecientes a 43 países, dando como resultado el llamado EuroSCORE II. Este nuevo modelo de predicción de riesgo ha demostrado mejoras en la cirugía cardíaca en general y en algunos procedimientos en particular, como la cirugía mitral y la cirugía combinada valvular y coronaria, pero sigue siendo deficitario en cirugía coronaria aislada o cirugía valvular aórtica. Además, en líneas generales ambos, el EuroSCORE logístico y el EuroSCORE II, muestran un estadístico de Hosmer-Lemeshow (H-L) significativo, lo cual indica un mal poder predictivo de los modelos. En lo que respecta a cirugía aórtica, la variabilidad de enfermedades y procedimientos podría poner en duda la utilidad del EuroSCORE en la estimación de riesgo de mortalidad. No obstante, existen trabajos de series más o menos amplias con el uso de ambos modelos predictivos que muestran una buena correlación<sup>3</sup>, e incluso algunos autores han diseñado modificaciones al EuroSCORE mediante la inclusión de variables nuevas con el objetivo de mejorar el poder de predicción<sup>4</sup>. Recientemente se ha publicado la superioridad del EuroSCORE II sobre el logístico en la afección de la aorta torácica<sup>5</sup>. En nuestro centro hemos utilizado el EuroSCORE logístico y más recientemente el EuroSCORE II en la estimación de riesgo de los pacientes sometidos a cirugía de

aorta torácica, con resultados no siempre satisfactorios. El objetivo del presente estudio es el diseño de un score de riesgo de mortalidad específico mediante un modelo de regresión logística aplicado a una serie amplia de pacientes intervenidos de aorta torácica, y el análisis comparativo con el EuroSCORE logístico y el EuroSCORE II.

## Material y métodos

Se analizaron retrospectivamente los datos correspondientes a 310 pacientes intervenidos en nuestro centro de cirugía de aorta proximal (raíz aórtica, aorta ascendente y arco aórtico) desde octubre de 2006 a agosto de 2013. De estos, el 76,1% fueron varones y el 23,9% mujeres, con edades comprendidas entre 17 y 85 años (media de 62,1 ± 13,6 años). Para el estudio y clasificación de las variables observadas se emplearon los criterios descritos en EuroSCORE II<sup>6</sup>. En la *tabla 1* se muestran los datos pre y perioperatorios.

### Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis univariable relacionando cada una de las variables preoperatorias con la mortalidad hospitalaria. Posteriormente, se elaboró un modelo predictivo mediante regresión logística múltiple introduciendo los parámetros que mostraron significación estadística ( $p < 0,05$ ) en el análisis univariable. Para conocer la capacidad discriminatoria del modelo se elaboró la curva ROC y se calculó el área bajo la curva ROC, comparándolas con las obtenidas al aplicar el EuroSCORE logístico y el EuroSCORE II. El estudio se llevó a cabo utilizando el programa SPSS® versión 20.

**Tabla 1**  
Variables preoperatorias

	Total (n)	%
<i>Variables demográficas</i>		
Edad (años)	62,1 ± 13,6	
Varones	236	76,1
<i>Factores preoperatorios</i>		
Arteriopatía extracardíaca	6	1,9
Disfunción neurológica	5	1,6
Enfermedad pulmonar crónica	27	8,7
Infarto de miocardio reciente	7	2,3
Cirugía cardíaca previa	37	11,9
Endocarditis activa	6	1,9
Estado crítico preoperatorio	11	3,5
Diabetes insulino dependiente	4	1,3
NYHA IV	34	11
Angina CCS4	1	0,3
Urgencia	39	12,6
Diseccción aórtica tipo A aguda	32	10,3
Válvula aórtica bicúspide	113	36,5
CC	83,95 ± 35,15	
<i>Datos intraoperatorios</i>		
Cirugía sobre raíz aórtica	82	26,5
Cirugía sobre aorta ascendente	284	91,6
Cirugía sobre arco aórtico	47	15,2
Parada circulatoria	43	13,9

CC: aclaramiento de creatinina; CCS: Canadian Cardiovascular Society; NYHA: New York Heart Association.

**Tabla 2**  
Procedimientos quirúrgicos practicados

	Total (n)	%
<i>Cirugía de aorta</i>		
Bono-Bentall	54	17,4
Bio-Bentall	7	2,3
Otros sobre RAo	21	6,8
SVAo + conducto AA	85	27,4
SVAo + aortoplastia	72	23,2
Sustitución de hemiarco aórtico	23	7,4
Sustitución de arco aórtico	18	5,8
Otros sobre arco aórtico	6	1,9
<i>Procedimientos asociados</i>		
Revascularización miocárdica	43	13,9
Cirugía valvular	26	8,4
Plastia tricúspide	12	3,9
Prótesis mitral	8	2,6
Plastia mitral	6	1,9
Cirugía de la FA	15	4,8

AA: aorta ascendente; FA: fibrilación auricular; RAo: raíz aórtica; SVAo: sustitución valvular aórtica.

## Resultados

Del total de 310 pacientes, 82 (26,5%) fueron sometidos a cirugía de raíz aórtica, 284 (91,6%) a cirugía sobre la aorta ascendente y 47 (15,2%) sobre arco aórtico. En cuanto a los procedimientos específicos, en 54 pacientes (17,4%) se realizó cirugía de Bono-Bentall, por 7 pacientes (2,3%) a los que se les practicó bio-Bentall; en 85 pacientes (27,4%) se realizó sustitución valvular aórtica + sustitución de aorta ascendente, mientras que en 72 casos (23,2%) se practicó sustitución valvular aórtica + aortoplastia. En 23 pacientes (7,4%) se realizó sustitución de hemiarco aórtico y en 18 pacientes (5,8%) se practicó sustitución de arco aórtico. Los procedimientos más frecuentemente asociados a la cirugía de aorta fueron la cirugía de revascularización miocárdica (n=43; 13,9%), la cirugía valvular (n=26; 8,4%) y la cirugía de la FA (n=15; 4,8%) (tabla 2). La mortalidad hospitalaria observada fue de un 8,1%, y las complicaciones posoperatorias más frecuentes fueron la fibrilación auricular, que se observó en un 32,9% de los pacientes, el fallo renal (considerado como creatininemia mayor del doble de la basal o necesidad de hemodiálisis), que se presentó en un 17,1% de pacientes, la hemorragia posoperatoria, que se dio en un 10,3% de pacientes, el infarto de miocardio y el ictus, que presentaron ambos un 2,6% de incidencia (tabla 3). En el análisis univariable, los factores que mostraron una relación estadísticamente significativa con la mortalidad hospitalaria fueron la clase NYHA, el aclaramiento de creatinina, el estado crítico preoperatorio, la cirugía urgente y la endocarditis activa (tabla 4). Una vez elaborado el modelo predictivo mediante regresión logística múltiple, la ecuación empleada para calcular el riesgo de mortalidad de un paciente dado fue la ecuación de la regresión logística:

$$\text{Mortalidad predicha} = \frac{e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}}{1 + e^{(\beta_0 + \sum \beta_i X_i)}}$$
, donde  $\beta_0$  es la constante de la ecuación ( $\beta_0 = -1,952$ ), y  $\beta_i$  es el coeficiente correspondiente a cada variable  $X_i$ . En la tabla 5 se muestran los coeficientes correspondientes a cada parámetro de la ecuación del nuevo modelo

**Tabla 3**  
Complicaciones posoperatorias

	Total (n)	%
Mortalidad hospitalaria	25	8,1
Fibrilación auricular	102	32,9
Fallo renal	53	17,1
Hemorragia	32	10,3
Infarto de miocardio	8	2,6
Ictus	8	2,6

**Tabla 4**  
Análisis univariable

	Significación (p)	Odds ratio	IC 95%
CC	0,011*		
NYHA			
NYHA II	0,182	0,5	(0,2-1,4)
NYHA III	0,223	0,5	(0,1-1,6)
NYHA IV	<0,001*	11,0	(4,5-27,1)
Estado crítico preoperatorio	<0,001*	17,7	(4,9-63,3)
Cirugía urgente	<0,001*	7,2	(3-17,4)
Endocarditis activa	0,022*	6,1	(1,1-35,1)
Sexo femenino	0,613	1,3	(0,5-3,2)
Enfermedad pulmonar crónica	0,896	0,9	(0,2-4,1)
Diabetes insulino dependiente	0,551	3,7	(0,4-37,4)
Arteriopatía extracardíaca	0,435	2,3	(0,3-20,8)
Disfunción neurológica	0,323	2,9	(0,3-27,2)
Infarto previo	0,541	1,9	(0,2-16,8)
FVI			
31-50%	0,863	1,0	(0,4-2,9)
21-30%	0,464	2,2	(0,3-19,9)
<20%	0,106	5,6	(0,5-64,4)
Hipertensión pulmonar			
Moderada (31-55 mmHg)	0,370	0,6	(0,2-2,0)
Severa (>55 mmHg)	0,643	0,6	(0,1-4,8)
Cirugía previa	0,195	2,0	(0,7-5,6)

CC: aclaramiento de creatinina; FVI: función ventricular izquierda; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; NYHA: New York Heart Association.

\* p < 0,05.

elaborado. La mortalidad predicha por el EuroSCORE logístico, EuroSCORE II y el nuevo modelo elaborado fueron de 14,89, 8,12 y 8,06%, respectivamente. En la figura 1 se muestra la comparación del poder discriminatorio de los 3 modelos empleando la curva ROC. El área bajo la curva ROC fue de 0,665 (0,541-0,789) para el EuroSCORE logístico, de 0,718 (0,588-0,848) para el EuroSCORE II y de 0,775 (0,675-0,876) para el modelo elaborado (H-L, p=0,405).

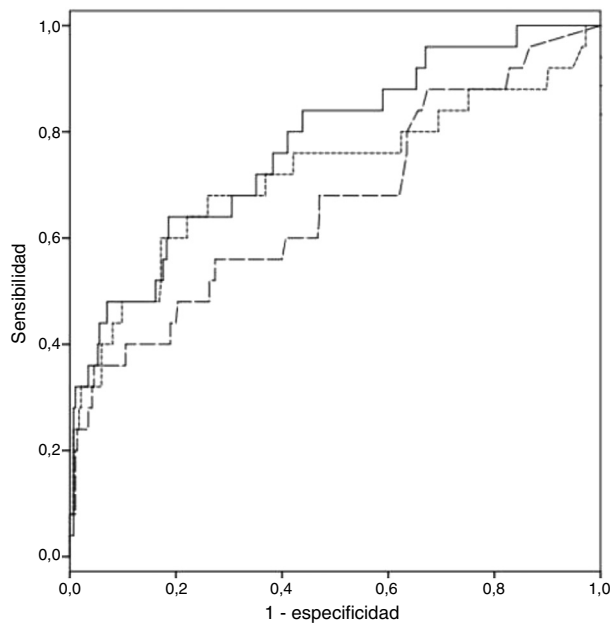
## Discusión

En 1999 se publicó el EuroSCORE a partir del análisis de factores de riesgo de mortalidad hospitalaria en una población amplia de pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea<sup>7</sup>. Muy pocos pacientes en aquella serie inicial correspondían a casos de cirugía de aorta torácica. Parecería lógico pensar que un modelo diseñado a partir de procedimientos de cirugía cardíaca en general y de cirugía coronaria en particular no resultará satisfactorio cuando se intente aplicar a la afección de aorta torácica. En efecto, el EuroSCORE contempla únicamente la variable «procedimiento sobre aorta torácica» en su ponderación del riesgo de mortalidad, pero no discrimina entre los sectores de aorta afectados (no es lo mismo el riesgo en cirugía de aorta ascendente que en la de arco o aorta toracoabdominal, por ejemplo); tampoco contempla complicaciones preoperatorias que en ocasiones son difíciles de establecer, como el síndrome de malperfusión en el síndrome aórtico agudo o el estatus neurológico previo

**Tabla 5**  
Parámetros del nuevo modelo predictivo

	Beta	Significación (p)
CC	-0,13	0,130
NYHA		0,006
NYHA II	-0,12	0,985
NYHA III	-0,335	0,666
NYHA IV	1,768	0,007
Estado crítico preoperatorio	1,329	0,097
Endocarditis activa	1,143	0,331
Constante	-1,952	0,020

CC: aclaramiento de creatinina; NYHA: New York Heart Association.



**Figura 1.** Comparativa de las curvas ROC. EuroSCORE logístico (línea discontinua amplia), EuroSCORE II (línea discontinua pequeña) y nuevo modelo predictivo (línea continua).

en pacientes críticos que llegan sedados e intubados a quirófano. Todas estas variables son reconocidas como de extraordinaria importancia en la ponderación del riesgo de mortalidad en multitud de trabajos publicados, y su no consideración en el EuroSCORE puede restar validez al modelo. Sin embargo, el estadístico C publicado para el EuroSCORE logístico y EuroSCORE II en la cirugía de aorta es de 0,77 y 0,81, respectivamente, con un estadístico de H-L no significativo (buena calibración de los modelos)<sup>5</sup>, por lo que finalmente resultan ser razonablemente útiles para su uso en la práctica diaria. En 2001, Kawachi et al.<sup>8</sup> publicaron una baja sensibilidad del EuroSCORE aditivo en su aplicación a la cirugía de aorta, con un estadístico C de 0,61, y en 2006 Nishida et al.<sup>3</sup> demostraron una mayor predicción con el uso del EuroSCORE logístico, sobre todo en los pacientes más recientes de la serie (estadístico C de 0,75). En este trabajo se observó una mayor diferencia en la estimación de mortalidad en los pacientes de riesgo moderado y alto, en los que el EuroSCORE logístico era claramente superior al aditivo, el cual infraestimaba la mortalidad. Como un intento de mejorar el modelo y ajustarlo a la especial complejidad de la cirugía de aorta torácica, el grupo de Barmettler et al.<sup>4</sup> analizó el EuroSCORE aditivo y logístico añadiendo 2 variables más al modelo; una era la presencia de disección aguda de aorta tipo A, y la otra, el síndrome de malperfusión. Con estas 2 variables introducidas en el modelo se conseguía aumentar la potencia de predicción (el estadístico C aumentaba de 0,68 a 0,91 y de 0,72 a 0,86 en los modelos aditivo y logístico, respectivamente). En el modelo diseñado en el presente trabajo, la disección aguda de aorta, con algo más del 10% del total de pacientes, no se mostró significativa. Recientemente, algunos grupos han analizado los factores de riesgo de mortalidad en sus pacientes, con el fin de diseñar modelos más ajustados que el EuroSCORE y que puedan tener un ámbito de aplicación general. De este modo, Huijskes et al.<sup>9</sup>, estudiando la mortalidad posoperatoria en la Unidad de Cuidados Intensivos, diseñaron un modelo de regresión logística sobre 1.290 pacientes del registro nacional de los Países Bajos, y encontraron como predictores independientes la edad, la creatinina mayor o igual a 150  $\mu\text{mol/l}$  y la urgencia. El tipo de cirugía de aorta no influyó en la estimación del riesgo, al igual que en el modelo diseñado a partir de nuestros

pacientes. La potencia del modelo era buena, con un estadístico C de 0,775 y superior al EuroSCORE aditivo y logístico, siendo además el estadístico H-L no significativo. En otro estudio, basado también en un registro nacional sobre 4.707 procedimientos, Motomura et al.<sup>10</sup> diseñaron 3 modelos de predicción de riesgo, sobre mortalidad hospitalaria, mortalidad quirúrgica y riesgo combinado de mortalidad hospitalaria y complicaciones mayores. Estos autores encontraron 9 variables significativas como factores de riesgo en los 3 modelos, los cuales, además, presentaban un estadístico C superior a 0,7 y un H-L no significativo. Nuestro grupo utiliza el EuroSCORE logístico y más recientemente el EuroSCORE II en la estimación de riesgo de mortalidad en cirugía cardíaca. Nuestros datos en el estudio actual sobre 310 pacientes con cirugía de aorta muestran superioridad del EuroSCORE II frente al logístico, el cual sobrestima la mortalidad (mortalidad observada del 8,1%, mortalidad estimada del 8,12% para EuroSCORE II y de 14,98% para EuroSCORE logístico). La sobrestimación de mortalidad con el EuroSCORE logístico es aún mayor para pacientes de riesgo moderado o alto. Por dicho motivo creemos que la escala de predicción de riesgo que se debería utilizar en cirugía de aorta es el EuroSCORE II. En el presente trabajo hemos diseñado, además, un modelo de regresión logística introduciendo variables que se mostraron significativas en el estudio univariado. No hemos incluido los pacientes con cirugía sobre aorta toracoabdominal porque en nuestra opinión se trata de un subgrupo de pacientes que se ajusta mal a los modelos actuales de predicción de mortalidad, sobre todo con las variables clásicas contempladas en el EuroSCORE. Las variables que mostraron significación en el análisis univariado fueron el aclaramiento de creatinina, el estado NYHA avanzado, la situación crítica preoperatoria, la cirugía urgente y la endocarditis activa. Algunas de estas variables han sido también descritas como factores de riesgo de mortalidad en cirugía de aorta en trabajos previos<sup>10</sup>. La endocarditis activa es un factor descrito en EuroSCORE, por lo que ha sido estudiada en el presente artículo, resultando significativa, aunque el número de pacientes intervenidos en esta situación fue bajo. El sexo femenino no fue significativo, a pesar de que es un factor que puntúa negativamente en el EuroSCORE; este hecho ha sido ya observado previamente<sup>3,8</sup>. Otras variables preoperatorias clásicas en el EuroSCORE, como la enfermedad pulmonar crónica (considerada tal y como viene definida en el EuroSCORE), la disfunción ventricular, la hipertensión pulmonar y la reoperación, tampoco progresaron en el modelo. La extensión de la reparación aórtica (aorta ascendente aislada o bien cirugía de raíz aórtica y/o arco) es un parámetro que depende de la localización de la lesión y, por tanto, puede ser establecido de forma preoperatoria, por lo que tiene interés su estudio en los scores de riesgo. En nuestro caso, la extensión de la reparación no incrementaba el riesgo de mortalidad, lo cual ha sido descrito también con anterioridad<sup>9</sup>. Otras variables, como los tiempos de circulación extracorpórea y de isquemia miocárdica, solo pueden establecerse de forma intraoperatoria, por lo que no han sido estudiadas en el presente modelo ya que no sirven para calcular el riesgo preoperatorio. En el modelo final de predicción de riesgo solo progresaron 4 variables: la situación preoperatoria según la clasificación NYHA, el estado crítico preoperatorio, el aclaramiento de creatinina y la endocarditis activa. El valor predictivo obtenido fue satisfactorio, con un estadístico C de 0,775 (H-L,  $p = 0,405$ ), superior al obtenido cuando aplicamos EuroSCORE logístico y EuroSCORE II a nuestros pacientes, con la ventaja adicional de una mayor sencillez de cálculo, dado que solo necesita de 4 variables para su aplicación.

#### Limitaciones del estudio

El estudio actual se ha basado en el análisis de las variables clásicas introducidas en el EuroSCORE, por lo que podría haber otros

factores preoperatorios de riesgo en cirugía de aorta que no han sido introducidos en el modelo. Es además un estudio retrospectivo limitado a la experiencia de un solo centro con una población de 310 pacientes, lo que resulta un tamaño muestral obviamente muy inferior al empleado en los estudios multicéntricos llevados a cabo para el cálculo de los actuales EuroSCORE logístico y II. Por otro lado, el hecho de que el modelo deje fuera variables tan importantes en EuroSCORE y en estudios previos como la enfermedad pulmonar crónica, la hipertensión pulmonar severa o la disfunción ventricular debe tomarse con cautela, y es nuestra intención seguir analizando la significación estadística de dichas variables en el nuevo modelo a medida que aumente el número de pacientes. Finalmente, se han excluido del estudio los pacientes con cirugía de aorta toracoabdominal, por lo que los resultados no pueden ser extrapolados a estos pacientes, donde el modelo podría no ser válido.

### Conclusiones

El actual modelo de predicción de riesgo se muestra útil, fiable e incluso superior a EuroSCORE logístico y EuroSCORE II en la predicción de mortalidad hospitalaria en nuestros pacientes intervenidos de cirugía de aorta proximal, siendo, por otro lado, más sencillo de calcular al contener muy pocas variables preoperatorias. Dada la especial complejidad de la cirugía de aorta y su carácter diferenciado del resto de los procedimientos de cirugía cardíaca, deberán llevarse a cabo futuros estudios de estratificación de riesgo que permitan corroborar la importancia de las variables incluidas en el EuroSCORE, e identificar otras nuevas con el fin de confeccionar modelos más ajustados y específicos de esta cirugía, incluido el sector toracoabdominal.

### Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

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

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Siregar S, Groenwold RH, de Heer F, Bots ML, van der Graaf Y, van Herwenen LA. Performance of the original EuroSCORE. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41:746-54.
2. Osswald BR, Gegouskov V, Badowski-Zyla D, Tochtermann U, Thomas G, Hagl S, et al. Overestimation of aortic valve replacement risk by EuroSCORE: Implications for percutaneous valve replacement. *Eur Heart J.* 2009;30:74-80.
3. Nishida T, Masuda M, Tomita Y, Tokunaga S, Tanoue Y, Shiose A, et al. The logistic EuroSCORE predicts the hospital mortality of the thoracic aortic surgery in consecutive 327 Japanese patients better than the additive EuroSCORE. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30:578-83.
4. Barmettler H, Immer FF, Berdat PA, Eckstein FS, Kipfer B, Carrel TP. Risk-stratification in thoracic aortic surgery: Should the EuroSCORE be modified? *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;25:691-4.
5. Chalmers J, Pullan M, Fabri B, McShane J, Shaw M, Mediratta N, et al. Validation of EuroSCORE II in a modern cohort of patients undergoing cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;43:688-94.
6. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone A, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41:734-44.
7. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;16:9-13.
8. Kawachi Y, Nakashima A, Tushima Y, Arinaga K, Kawano H. Risk stratification analysis of operative mortality in heart and thoracic aorta surgery: Comparison between Parsonnet and EuroSCORE additive model. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001;20:961-6.
9. Huijskes RV, Wesselink RM, Noyez L, Rosseel PM, Klok T, van Straten BH, et al. Predictive models for thoracic aorta surgery. Is the EuroSCORE the optimal risk model in the Netherlands? *Interac Cardiovasc Thorac Surg.* 2005;4:538-42.
10. Motomura N, Miyata H, Tsukihara H, Takamoto S. Risk model of thoracic aortic surgery in 4707 cases from a nationwide single-race population through a web-based data entry system: The first report of 30-day and 30-day operative outcome risk models for thoracic aortic surgery. *Circulation.* 2008;118 14 Suppl:S153-9.