

# Análisis ajustado de la mortalidad operatoria en cirugía cardíaca de adultos en Uruguay; 14 años de aplicación y validación del EuroSCORE I ajustado por el Fondo Nacional de Recursos

Abayuba Perna<sup>1</sup>, Gustavo Saona<sup>2</sup>, Graciela Fernández<sup>1</sup>,  
Rosana Gambogi<sup>1</sup>

## Resumen

**Introducción:** la mortalidad posoperatoria ha sido el indicador principal de los resultados a corto y mediano plazo en la evaluación de la cirugía cardíaca. Una forma de analizar dicho evento es mediante los modelos de ajuste del riesgo que identifican variables que predicen su ocurrencia. Uno de los más utilizados es el EuroSCORE I que proporciona la probabilidad de morir de cada individuo y que está constituido por 18 variables de riesgo.

**Objetivos:** presentar los resultados de la aplicación y la validación del modelo EuroSCORE I en Uruguay entre los años 2003 y 2020.

**Metodología:** inicialmente se desarrolló una validación externa del EuroSCORE I en la población uruguaya adulta tomando como población de referencia la intervenida entre los años 2003 y 2006.

Una vez que se validó el EuroSCORE I, este se aplicó prospectivamente durante los años 2007 al 2020 en su versión original y con el ajuste desarrollado con población del período 2003-2006.

**Resultados:** la aplicación del modelo original encontró que hubo 5 años en los que la razón de mortalidad observada y esperada (MO/ME) fue significativamente mayor que 1. En el período 2007-2020 el EuroScore I no calibró en 6 ocasiones, y fue aplicada la versión ajustada en la evaluación de las instituciones de medicina altamente especializada. La aplicación del modelo ajustado mostró una buena calibración para el período 2007-2020, salvo en el año 2013, y mostró una buena discriminación (área bajo la curva ROC) en todo el período evaluado.

**Conclusiones:** las escalas de riesgo son herramientas metodológicas y estadísticas que tienen gran utilidad para la toma de decisiones en salud. Este trabajo tiene como fortaleza el de presentar datos nacionales aplicando un modelo de riesgo ampliamente utilizado en todo el mundo, lo que nos permite comparar nuestros resultados con los obtenidos a nivel internacional (EuroSCORE I logístico original) y, por otro lado, evaluar la performance comparativa interna a lo largo de un largo período de tiempo (EuroSCORE I logístico ajustado). Para el futuro resta el desafío de comparar estos resultados, ya sea con un modelo propio o con otros internacionales de elaboración más reciente.

**Palabras clave:** EUROSCORE  
CIRUGÍA CARDIACA  
MORTALIDAD OPERATORIA  
SCORE LOGÍSTICO

---

1. Fondo Nacional de Recursos. Montevideo, Uruguay.

2. Profesor Adjunto Departamento de Métodos Cuantitativos, Facultad de Medicina, UDELAR.

Correspondencia: Dr. Abayuba Perna. Correo electrónico: aperna@fmr.gub.uy

Recibido Nov 22, 2021; aceptado Oct 11, 2022

## Adjusted analysis of operative mortality in cardiac surgery of adults in Uruguay, 14 years of application and validation of EuroSCORE I by the Fondo Nacional de Recursos

### Abstract

**Introduction:** postoperative mortality has been the main indicator of short- and medium-term results in the evaluation of cardiac surgery. One way to analyze such outcomes is through risk adjustment models that identify variables that predict the occurrence. One of the most used is the EuroSCORE I, which provides the probability of death for each individual and is made up of 18 risk variables.

**Objectives:** present the results of the application and validation of the EuroSCORE I model in Uruguay between 2003 and 2020.

**Methodology:** initially, an external validation of the EuroSCORE I was developed in the Uruguayan adult population, taking as reference population the intervened population between 2003 and 2006. Once the EuroSCORE I was validated, it was applied prospectively during the years 2007 to 2020 in its original version and with the adjustment developed with the population of the period 2003 to 2006.

**Results:** the application of the original model found that there were 5 years during which the observed versus expected mortality ratio (OM/ME) was significantly greater than 1. In the period 2007 to 2020, the EuroScore I did not calibrate on 6 occasions, the adjusted version being applied in the evaluation of highly specialized medicine institutions. The application of the adjusted model showed a good calibration for the period 2007-2020 except in the year 2013 and showed good discrimination (area under the ROC curve) throughout the evaluated period.

**Conclusions:** risk scales are methodological and statistical tools that are very useful for decision-making in health care. This work has the strength of presenting national data applying a risk model widely used across the world, which allows it to be compared with results at an international level (original logistical Euroscore I) and, on the other hand, to evaluate the internal comparative performance over long period of time (adjusted logistic Euroscore I). Up next is the challenge of comparing these results either with our own model or with other more recent international ones.

**Key words:** EUROSCORE  
HEART SURGERY  
OPERATIVE MORTALITY  
LOGISTICS SCORE

## Análise ajustada da mortalidade operatória em cirurgia cardíaca de adultos no Uruguai, 14 anos de aplicação e validação do EuroSCORE I pelo Fondo Nacional de Recursos

### Resumo

**Introdução:** a mortalidade pós-operatória tem sido o principal indicador de resultados a curto e médio prazo na avaliação da cirurgia cardíaca. Uma forma de analisar esse evento é por meio de modelos de ajuste de risco que identificam variáveis que predizem a ocorrência do evento. Um dos mais utilizados é o EuroSCORE I, que fornece a probabilidade de morrer para cada indivíduo e é composto por 18 variáveis de risco.

**Objetivos:** apresentar os resultados da aplicação e validação do modelo EuroSCORE I no Uruguai entre os anos de 2003 e 2020.

**Metodologia:** inicialmente, foi realizada uma validação externa do EuroSCORE I na população uruguaia adulta, tomando como referência a população operada entre 2003 e 2006. Uma vez validado o EuroSCORE I, foi aplicado prospectivamente durante os anos de 2007 a 2020 em sua versão original e com o ajuste desenvolvido com a população do período de 2003 a 2006.

**Resultados:** a aplicação do modelo original constatou que houve 5 anos em que a razão de mortalidade observada versus esperada (MO/ME) foi significativamente maior que 1. No período de 2007 a 2020, o EuroScore I não calibrou em 6 ocasiões, sendo a versão ajustada aplicada na avaliação de instituições médicas altamente especializadas. A aplicação do modelo ajustado mostrou uma boa calibração para o período 2007-2020 exceto no ano de 2013 e apresentou boa discriminação (área sob a curva ROC) em todo o período avaliado.

**Conclusões:** as escalas de risco são ferramentas metodológicas e estatísticas muito úteis para a tomada de decisões em saúde. O ponto forte deste trabalho é apresentar dados nacionais aplicando um modelo de risco amplamente utilizado em todo o mundo, que permite comparar com resultados a nível internacional (original Logistic Euroscore I) e, por outro lado, avaliar o comparativo interno desempenho durante um longo período de tempo (Euroscore Logístico I ajustado). Para o futuro, fica o desafio de comparar esses resultados, seja com um modelo próprio ou com outros internacionais de elaboração mais recente.

**Palavras chave:** EUROSCORE  
CIRURGIA CARDÍACA  
MORTALIDADE OPERATÓRIA  
PONTUAÇÃO DE LOGÍSTICA

## Introducción

Los sistemas de salud necesitan información confiable sobre su funcionamiento y performance para tomar decisiones correctivas o de mejora de procesos e infraestructura, así como para la adecuación de los esfuerzos económicos. En las últimas décadas la relevancia de tomar decisiones con base en indicadores validados ha venido creciendo de manera exponencial con el objetivo principal de evaluar los resultados clínicos y poder compararlos con parámetros internacionales y entre diferentes centros a nivel nacional<sup>(1-5)</sup>.

La mortalidad posoperatoria ha sido el indicador principal de los resultados a corto y mediano plazo en la evaluación de la cirugía cardíaca, si bien existen otras medidas de resultado que cuantifican morbilidad y requerimientos de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)<sup>(6)</sup>. Es una condición fundamental de lo dicho previamente poder desarrollar análisis que ajustan por riesgo, en lugar de analizar el evento con frecuencias crudas, por lo que se han desarrollado diferentes modelos de riesgo. De estos, los más utilizados son los modelos logísticos<sup>(6)</sup>.

Los modelos de ajuste del riesgo identifican variables que predicen el riesgo de sufrir un determinado evento, por ejemplo, muerte o reintervención. En particular, un modelo de regresión logística binaria se usa para predecir el comportamiento de una variable dependiente como la muerte posoperatoria en función de una serie de variables independientes o explicativas que son factores protectores o de riesgo para el evento. La predicción consiste en la determinación de una probabilidad de muerte que es usada para calcular el número de muertes esperadas (ME) y compararlo con el número de muertes observadas (MO), generalmente construyendo un indicador de razón (MO/ME)<sup>(7,8)</sup>.

El desarrollo de un modelo de regresión logística conlleva una serie de pasos muy bien descritos en libros técnicos, donde algunas de las princi-

pales referencias son Hosmer y Lemeshow (2013) y Steyerberg (2019)<sup>(9,10)</sup>. Dos etapas principales pueden reconocerse en dicho desarrollo. La primera es de validación interna en la que se evalúan las propiedades del modelo con base en los datos con los que fue generado en la población original. La segunda etapa es la de validación externa, donde se evalúan las mismas propiedades en datos que no se utilizaron para generar el modelo. La elaboración de una herramienta adecuada implica ambos pasos de validación; la discriminación y la calibración son las propiedades a evaluar.

La discriminación es la capacidad que tiene el modelo predictivo en identificar aquellos individuos que tuvieron el evento de aquellos que no tuvieron<sup>(9,11)</sup>.

La calibración se refiere a cuantificar si la diferencia entre los casos observados para determinado evento (por ejemplo, la muerte) es diferente a los casos esperados (mortalidad predicha) en una cantidad determinada de estratos, por ejemplo, deciles de riesgo<sup>(9,12)</sup>.

En particular en cirugía cardíaca se han desarrollado varios modelos de este tipo. Algunos ejemplos son: Parsonnet (EE. UU.), Tu (Canadá), Roques (Francia), Pons (España), EuroSCORE I y II (predominan países europeos), STS (EE. UU.) y SPSScore (Brasil)<sup>(5,6,13-18)</sup>. Entre ellos, uno de los más conocidos y aplicados es el EuroSCORE I (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) para predecir la mortalidad operatoria<sup>(1,2)</sup>. Allí, la mortalidad operatoria fue definida como la muerte dentro de los 30 días posteriores a la operación o dentro del mismo ingreso hospitalario de la cirugía<sup>(1)</sup>.

El EuroSCORE I proporciona la probabilidad de morir de cada individuo a partir de 18 variables de riesgo y con un coeficiente beta asociado a cada una de ellas<sup>(2,7)</sup>. Este modelo fue creado y validado inicialmente en un estudio de 19.030 pacientes europeos intervenidos en el año 1995; existió además de la variante logística un modelo

más simple denominado EuroSCORE aditivo que adjudica un peso determinado a cada factor de riesgo que presenta el paciente. La suma de esos pesos proporciona la probabilidad aproximada de morir.

El Fondo Nacional de Recursos (FNR) tiene como uno de sus cometidos el de evaluar los resultados de los actos financiados; hay una unidad específica para ello, la Unidad de Evaluación. En lo que refiere a la evaluación de la cirugía cardíaca de adultos en Uruguay el FNR utiliza un EuroSCORE I ajustado a la población 2003-2006 desde el año 2007 y los resultados se publican anualmente en la página web de la institución ([http://www.fnr.gub.uy/publicacionesFNR\\_](http://www.fnr.gub.uy/publicacionesFNR_)).

El objetivo de este trabajo es el de presentar los resultados de la aplicación y validación del modelo EuroSCORE I logístico en Uruguay entre los años 2003 y 2020.

### Metodología

Inicialmente se desarrolló una validación externa del EuroSCORE I en la población uruguaya adulta (edad  $\geq 18$  años) intervenida de cirugía cardíaca en procedimientos financiados por el FNR entre los años 2003 a 2006.

Se excluyeron aquellos pacientes en los que no se logró encontrar información para construir alguna de las variables del EuroSCORE I. En tal sentido, un 8% del total de pacientes fueron excluidos del análisis, ya que faltaban datos de al menos una variable.

Una vez que se validó el EuroSCORE I, este se aplicó prospectivamente entre 2007 y 2020 en su versión original y con el ajuste desarrollado con la población del período 2003-2006.

Para la construcción del riesgo individual se utilizaron como definiciones operacionales aquellas recomendadas por el EUROSCORE original<sup>(1,2)</sup>. Los datos analizados fueron obtenidos de: a) los formularios de solicitud y realización de cirugía cardíaca de adultos que son enviados al FNR por los médicos tratantes y por el cirujano que realiza la cirugía; y b) datos de mortalidad obtenidos por Registros Médicos del FNR. Toda la información de los formularios referidos y de la mortalidad se ingresa en el sistema informático del FNR.

### Análisis estadístico

En primer lugar, se elaboró mediante programación una sintaxis para construir las variables del EuroSCORE I a partir de la base de datos del FNR. Posteriormente se calculó la mortalidad

esperada (ME) aplicando el modelo logístico del EuroSCORE I original a cada paciente y se obtuvo la probabilidad de muerte individual. Se realizó la suma de las probabilidades individuales, y se obtuvo así el número total de muertes esperadas para el grupo de pacientes considerados. Luego, se calculó la razón MO/ME para el modelo original con el dato de muerte dentro de los primeros 30 días posteriores a la cirugía cardíaca.

La discriminación y la calibración del modelo logístico EuroSCORE I fueron analizadas mediante el área bajo la curva ROC y el test de Hosmer-Lemeshow<sup>(9,11)</sup>.

Se realizó una recalibración empleando la regresión logística e incluyendo como variable independiente el logit del EuroSCORE original y como variable dependiente la mortalidad a 30 días<sup>(10,12)</sup>. Para el cálculo del logit ajustado a la población uruguaya operada de cirugía cardíaca entre el 1 de enero de 2003 y el 31 de diciembre de 2006, se tomaron los valores de los coeficientes  $\alpha$  y  $\alpha_0$  de dicha regresión, y se calculó según la siguiente fórmula:  $\text{logit ajustado} = \alpha_0 + \alpha * \text{logit original}$ .

Con el nuevo logit se calculó la probabilidad ajustada de muerte individual, según la fórmula habitual:  $\text{probabilidad} = e^{\text{logit ajustado}} / (1 + e^{\text{logit ajustado}})$ .

Para la razón MO/ME, el intervalo de confianza al 95% (IC 95%) se estimó según la siguiente fórmula:  $\text{MO/ME} \pm 1,96 \times (\sqrt{\sum(p \times q)}) / \text{ME}$ , donde  $p$  = probabilidad individual de morir estimada por score logístico y  $q$  = probabilidad individual de vivir estimada por score logístico<sup>(6)</sup>.

Los análisis fueron realizados en el transcurrir de los años con los programas SPSS 11.0 y distintas versiones de STATA (actualmente la 17.0). Se consideró un nivel estadísticamente significativo cuando el valor  $p$  fue menor a 0,05.

Los individuos intervenidos han aprobado mediante consentimiento informado el uso de sus datos personales.

### Resultados

En la figura 1 se puede observar la evolución de la MO, la ME y la relación MO/ME, donde la ME fue calculada con base en el EuroSCORE I original y el período de estudio fue 2003-2020. Se observan 5 años en los que la MO/ME fue significativamente mayor que 1 y, por tanto, la mortalidad observada fue mayor que lo pronosticado por el modelo.

En la tabla 1 se puede observar la evolución de los indicadores de discriminación y calibración del modelo original, así como el valor de la razón MO/ME y su intervalo de confianza para el período 2007-2020.

**Tabla 1.** Principales indicadores de la performance del modelo aplicando el EuroSCORE I original.

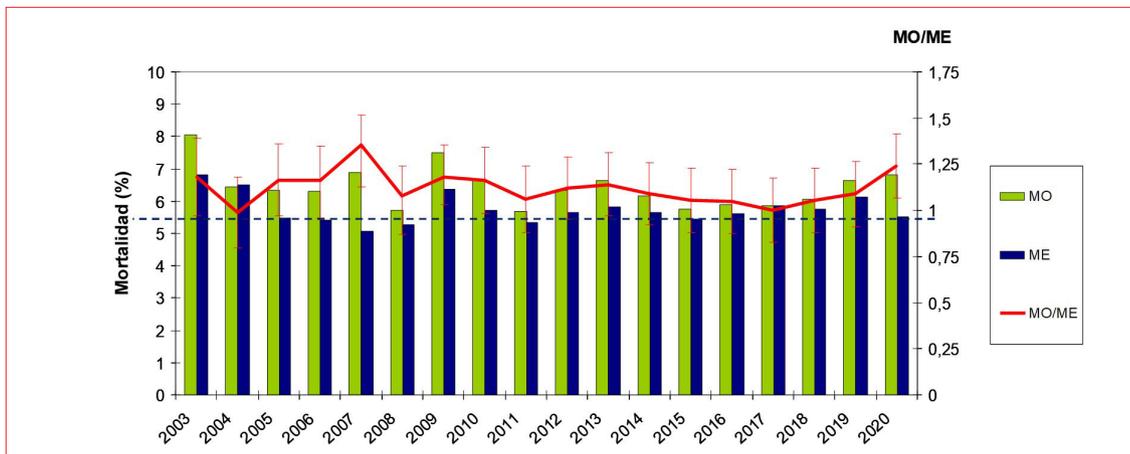
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
N	1937	2010	1900	1862	1906	1994	2110	2077	2033	2059	2065	2027	2134	1667
MO/ME	1,39	1,11	1,17	1,16	1,06	1,12	1,14	1,09	1,05	1,05	0,96	1,05	1,09	1,24
IC 95%	1,20- 1,59	0,92- 1,29	1,01- 1,33	0,98- 1,34	0,88- 1,24	0,95- 1,29	0,97- 1,31	0,93- 1,26	0,88- 1,23	0,88- 1,22	0,80- 1,10	0,90- 1,20	0,93- 1,25	1,04- 1,43
Valor p *	0,000	0,273	0,023	0,016	0,410	0,065	0,012	0,148	0,013	0,131	0,264	0,508	0,175	0,021
Área bajo la curva ROC	0,716	0,700	0,754	0,735	0,743	0,761	0,765	0,717	0,715	0,747	0,737	0,778	0,795	0,753

\*Test de Hosmer-Lemeshow.

**Tabla 2.** Principales indicadores de la performance del modelo aplicando el EuroSCORE I recalibrado a la población uruguaya intervenida en el período 2003-2006.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
N	1.937	2.010	1.900	1.862	1.906	1.994	2.110	2.077	2.033	2.059	2.065	2.027	2.134	1.667
MO/ME	1,233	0,996	1,12	1,09	0,98	1,04	1,07	1,02	0,97	0,97	0,93	0,98	1,09	1,14
IC 95%	1,05- 1,41	0,82- 1,17	0,96- 1,28	0,91- 1,26	0,80- 1,16	0,88- 1,21	0,91- 1,23	0,85- 1,18	0,80- 1,14	0,81- 1,13	0,76- 1,09	0,82- 1,15	0,93- -1,25	0,95- -1,33
Valor p *	0,961	0,961	0,189	0,23	0,66	0,183	0,006	0,693	0,297	0,179	0,928	0,113	0,175	0,078
Área bajo la curva ROC	0,716	0,700	0,754	0,735	0,743	0,761	0,765	0,717	0,715	0,747	0,737	0,778	0,795	0,753

\*Test de Hosmer-Lemeshow.



**Figura 1.** Evolución nacional de la relación mortalidad observada/esperada ajustada por EuroSCORE I original (2003-2020).

Como se puede observar, para el año 2007 el modelo original no calibró en forma adecuada (test Hosmer-Lemeshow), por lo que para ese mismo año se realizó el ajuste del modelo como se describe en la sección de metodología tomando como referencia la población del período 2003-2006.

Los nuevos coeficientes para el cálculo de la probabilidad ajustada (logit ajustado EuroSCORE I recalibrado) fueron los siguientes:  $\text{logit ajustado} = -0,3711694711681 + 0,8198157555571 * \text{logit original}$ .

Estos mismos coeficientes son los que se siguieron aplicando para el cálculo del modelo ajustado o recalibrado hasta el año 2020 y cuyos prin-

cipales resultados se muestran en la tabla 2.

En la tabla 3 se puede observar la evolución de la prevalencia de las variables del EuroSCORE I entre los años 2003 y 2020. Los porcentajes de mortalidad esperada de la tabla 3 son para el modelo ajustado (o recalibrado).

### Discusión

Las escalas de riesgo son herramientas metodológicas y estadísticas que tienen varias utilidades entre las que podemos destacar: a) uso como estándar externo contra el cual comparar los resultados en una población diferente a la original; b)

**Tabla 3.** Modelo logístico de ajuste del riesgo de Mortalidad Operatoria EuroSCORE I. Factores incluidos en el EuroSCORE I y prevalencia de factores.

Variable	Euro-SCORE	Uy 2003-2006	Uy 2007	Uy 2008	Uy 2009	Uy 2010	Uy 2011	Uy 2012	Uy 2013	Uy 2014	Uy 2015	Uy 2016	Uy 2017	Uy 2018	Uy 2019	Uy 2020
N	19030	7201	1937	2010	1900	1862	1906	1994	2110	2077	2033	2059	2065	2027	2134	1660
Edad (media, años)	62,5	64,3	64	64,6	64,8	64,9	64,4	64,8	65,4	65,5	65,3	66,1	66,1	65,7	65,9	65,4
Sexo femenino	27,8%	33,8%	33,1%	33,5%	33,4%	32,9%	34,4%	33,4%	33,0%	32,8%	30,7%	32,1%	32,1%	32,2%	33,4%	32,1%
EPOC	3,9%	11,2%	7,8%	10,2%	11,6%	12,4%	11,2%	12,2%	12,7%	12,0%	11,8%	11,7%	10,2%	9,4%	11,9%	9,5%
Arteriopatía extracardíaca	11,3%	9%	9,6%	9,2%	12,0%	10,9%	6,7%	8,4%	8,9%	6,6%	8,0%	7,3%	8,2%	7,1%	8,4%	6,8%
Disfunción neurológica	1,4%	1,4%	1,4%	1,3%	3,4%	2,5%	2,4%	2,3%	3,1%	2,9%	2,5%	1,7%	1,5%	1,4%	5,7%	1,0%
Cirugía cardíaca previa	7,3%	5,9%	4,4%	4,3%	4,5%	4,1%	3,4%	4,0%	4,0%	3,8%	4,5%	4,9%	4,2%	4,4%	2,9%	3,8%
Creatinina > 200 µmol/L	1,8%	4,1%	2,8%	1,9%	3,3%	3,5%	2,3%	2,9%	2,7%	2,4%	2,0%	2,7%	2,8%	2,7%	2,5%	3,4%
Endocarditis activa	1,1%	1,1%	0,7%	1%	2,3%	1,6%	1,2%	2,0%	1,7%	2,2%	2,1%	1,8%	1,6%	2,8%	2,7%	1,8%
Sit. crítica preoperatoria	4,1%	5,6%	5,6%	4,9%	5,3%	4,6%	4,9%	5,1%	4,5%	4,3%	3,4%	2,6%	2,6%	3,1%	1,1%	2,7%
Angina inestable	8,0%	4,7%	4,1%	2,4%	4,5%	3,3%	3,0%	3,3%	3,1%	2,6%	2,0%	1,4%	1,7%	1,3%	1,1	0%
FEVI 30-50% < 30%	25,6%	31,3%	30,7%	33,2%	31,2%	32,0%	32,1%	30,8%	31,8%	29,8%	28,7%	31,6%	31,5%	31,4%	28,9%	32,2%
IAM reciente	9,7%	18,9%	18,2%	18%	18,2%	18,0%	19,4%	15,2%	16,1%	16,3%	16,3%	17,8%	17,7%	18,4%	14,9%	19,4%
HTP	2,0%	0,8%	1,2%	0,8%	0,7%	0,7%	1,9%	1,6%	1,8%	1,2%	1,0%	1,4%	0,8%	1,1%	0,7%	1,6%
Emergencia	4,9%	1,5%	1,2%	1,8%	3,0%	2,0%	1,7%	1,6%	0,9%	0,9%	1,2%	0,4%	2,1%	1,5%	1,2%	1,3%
Cirugía no coronaria pura	36,4%	39,7%	40,4%	42,3%	43,3%	41,2%	40,8%	40,7%	44,6%	43,4%	44,6%	44,5%	45,6%	47,6%	50,9%	47,7%
Cirugía de aorta torácica	2,4%	3,2%	3,3%	3,3%	4,9%	4,8%	4,6%	5,1%	5,0%	4,2%	5,2%	4,1%	5,3%	4,5%	5,7%	5,9%
Ruptura septal post-IAM	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,1%	0%	0%	0,2%	0,2%	0,1%
Mortalidad esperada por EuroSCORE ajustado	4,8%	5,96%	5,07%	5,28%	6,37%	5,73%	5,34%	6,05%	6,2%	6,05%	5,9%	6,0%	6,3%	6,2%	6,5%	5,9%

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IAM: infarto agudo de miocardio; HTP: hipertensión pulmonar.

como un estándar interno, cuando se comparan grupos (por ejemplo, instituciones, Instituto de Medicina Altamente Especializada [IMAE], etc.) en la población en la cual se desarrolló la escala o luego de validarlo para otra población; c) la toma de decisiones en la práctica clínica, considerando el riesgo quirúrgico; d) información adecuada para el consentimiento informado.

En el caso de utilizarlo como estándar externo no hay que validar el modelo, ya que se calcula directamente la relación MO/ME y se observa si el valor encontrado es significativamente superior a 1 (mortalidad observada superior a la esperada), si es significativamente inferior a 1 (mortalidad observada inferior a la esperada) o si no difiere significativamente de 1 (mortalidad observada dentro de los límites esperados para esa población). En este caso, el valor 1 de MO/ME corresponde al de la performance quirúrgica (en el ejemplo del EuroSCORE I) de los equipos de cirujanos cardíacos europeos que operaron a una determi-

nada población en un momento dado (en el caso del EuroSCORE I, la población europea de 1995).

Para el caso del estándar interno, es fundamental chequear la performance del modelo en cuanto a la calibración y la discriminación. Si el test de calibración (test de Hosmer-Lemeshow) es significativo, entonces hay que calibrar el modelo ajustándolo a la mortalidad de nuestra población. Es importante destacar que la discriminación siempre será la misma (tanto en el modelo original como en el ajustado). En el caso de nuestro trabajo, como se puede observar en la tabla 1, para el año 2007 el valor p del test de Hosmer-Lemeshow fue significativo, eso nos obligó a buscar una población de referencia para ajustar el modelo de riesgo. Una opción posible podría haber sido elegir el mismo año 2007 (de hecho, eso también se hizo en años subsiguientes), aunque en ese momento se optó por otro camino: elegir una población más numerosa e inmediatamente anterior al año evaluado (población uruguaya intervenida por ciru-

gía cardíaca en los años 2003 a 2006). Como se puede observar en la tabla 2, el modelo ajustado para el año 2007 calibró de forma adecuada ( $p = 0,961$ ).

Posteriormente ese fue el modelo que se aplicó para la comparación interna hasta el 2020, como se observa en la tabla 2, salvo en 2013, año en el que el modelo ajustado no calibró en forma satisfactoria. En todos los años evaluados el modelo mostró una capacidad discriminativa aceptable (área bajo la curva ROC mayor a 0,7).

Volviendo al modelo original, como se puede observar en la tabla 1, el EuroSCORE I calibró adecuadamente en varios años (2008, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018 y 2019), por lo que para la comparación interna en esos años no hubiera sido necesario aplicar el modelo ajustado. De todas formas, se prefirió usar el mismo criterio hasta el 2020.

Otro aspecto interesante es el perfil de riesgo de la población uruguaya en el período evaluado (gráfico 1 para el modelo original y tabla 3 para el modelo ajustado). Teniendo en cuenta una mortalidad esperada del 4,8% para la población europea original de 1999, en Uruguay la población fue siempre de un riesgo superior para todos los años considerados, pero con una tendencia leve hacia el aumento a lo largo de todo el período (por ejemplo, ME según modelo ajustado de 5,07% en 2007 y de 5,9% en el 2020, con un pico de 6,3% en 2017, tabla 3).

Pensamos que este trabajo tiene como fortaleza presentar datos nacionales aplicando un modelo de riesgo ampliamente utilizado en todo el mundo, lo que nos permite comparar con resultados a nivel internacional y, por otro lado, evaluar la performance comparativa interna a lo largo de un período de tiempo prolongado. Sin embargo, la mortalidad operatoria ajustada es uno más entre otros parámetros muy importantes que también son evaluados todos los años por el FNR y se encuentran disponibles en la página web institucional.

El principal motivo por el cual se ha seguido aplicando el EuroSCORE I para evaluar resultados es poder tener una perspectiva a lo largo del tiempo de la mortalidad con la misma herramienta. Esto nos lleva inmediatamente, desde nuestro punto de vista, a la principal debilidad de este trabajo: aplicar un modelo de riesgo que tiene muchos años y que ha sido criticado en algunos aspectos, como la posibilidad de sobreestimar la mortalidad esperada fundamentalmente en pacientes con una cirugía adicional o diferente a la cirugía coronaria<sup>(15)</sup>. Esto no parece suceder con

nuestros resultados; sin embargo, la aplicación de modelos de riesgo más nuevos podría ayudarnos a esclarecer aún más el aspecto mencionado<sup>(5)</sup>.

Como desafío hacia el futuro, entonces, planteamos poder aplicar otros modelos de riesgo usados en el plano internacional, más recientes, como es el EuroSCORE II, el STS o la elaboración de un modelo propio para la comparación interna que permitiría interpretar con otros criterios más actualizados la performance de los resultados de la cirugía cardíaca de adultos en el Uruguay.

### Agradecimientos

Se agradece a todo el personal médico, administrativo y de informática vinculado al análisis de las solicitudes del FNR que constituyen un eslabón clave en todo el proceso de gestión y en la organización de la información utilizada en este estudio. También a nuestra compañera Dra. Elba Esteves y a los excompañeros el Dr. Henry Albornoz y al PhD. Julio Gómez, quienes trabajaron en diferentes momentos apoyando la evaluación de cirugía cardíaca. A todos los cardiólogos y cirujanos cardíacos del país, que son en primera instancia los que aportaron la valiosa información para realizar este trabajo. Por último, pero muy especialmente, a la Sociedad Uruguaya de Cardiología y a la Dirección del FNR por incentivar la realización de este trabajo.

Abayubá Perna, ORCID 0000-0001-7062-1310.

Gustavo Saona, ORCID 0000-0003-1329-7475.

Graciela Fernández, ORCID 0000-0003-3767-9654.

Rosana Gambogi, ORCID 0000-0003-0781-7745.

Editor responsable: Dr. Víctor Dayan

### Bibliografía

1. Roques F, Nashef S, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 15(6):816-22; discussion 822-3. doi: 10.1016/s1010-7940(99)00106-2.
2. Nashef S, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 16(1):9-13. doi: 10.1016/s1010-7940(99)00134-7.
3. Figueredo A, Díaz F, Murcia A, Gómez J, Figueredo M. Utilidad del EuroSCORE en la predicción de mortalidad intrahospitalaria en una institución de enfermedades cardiovasculares de Colombia. *Rev Colomb Cardiol* 2013; 20(3):164-9.
4. Parga-Gómez R, Buitrago-Gutiérrez G, Roldán-He-

- nao J. Validación del euroSCORE en la valoración del riesgo quirúrgico en un centro de referencia cardiovascular en Colombia. *Rev Mex Cardiol* 2013; 24(3):138-43.
5. Mejia O, Borgomoni G, Zubelli J, Dallan L, Pomerantzeff P, Oliveira M, et al; REPLICCAR Study Group. Validation and quality measurements for STS, EuroSCORE II and a regional risk model in Brazilian patients. *PLoS One* 2020; 15(9):e0238737. doi: 10.1371/journal.pone.0238737.
  6. Pérez de la Sota E. La estimación del riesgo en cirugía coronaria. *Cir Cardiovasc* 2006; 13(4):257-61. doi: 10.1016/S1134-0096(06)70291-1.
  7. Roques F, Michel P, Goldstone A, Nashef S. The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J* 2003; 24(9):881-2. doi: 10.1016/s0195-668x(02)00799-6.
  8. Hosmer D, Lemeshow S. Confidence interval estimates of an index of quality performance based on logistic regression models. *Stat Med* 1995; 14(19):2161-72. doi: 10.1002/sim.4780141909.
  9. Hosmer D, Lemeshow S, Sturdivant R. *Applied logistic regression*. 3 ed. Bridgewater, NJ: Wiley, 2013.
  10. Steyerberg E. *Clinical prediction models: a practical approach to development, validation, and updating*. 2 ed. New York: Springer, 2019.
  11. Hanley J, McNeil B. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 1982; 143(1):29-36. doi: 10.1148/radiology.143.1.7063747.
  12. Van Calster B, Nieboer D, Vergouwe Y, De Cock B, Pencina M, Steyerberg E. A calibration hierarchy for risk models was defined: from utopia to empirical data. *J Clin Epidemiol* 2016; 74:167-76. doi: 10.1016/j.jclinepi.2015.12.005.
  13. Lafuente S, Trilla A, Bruni L, González R, Bertrán M, Pomar J, et al. Validación del modelo probabilístico EuroSCORE en pacientes intervenidos de injerto coronario. *Rev Esp Cardiol* 2008; 61(6):589-94. doi: 10.1157/13123064.
  14. Nashef S, Roques F, Sharples L, Nilsson J, Smith C, Goldstone A, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; 41(4):734-44. doi: 10.1093/ejcts/ezs043.
  15. Brown M, Schaff H, Sarano M, Li Z, Sundt T, Dearani J, et al. Is the European System for Cardiac Operative Risk Evaluation model valid for estimating the operative risk of patients considered for percutaneous aortic valve replacement? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 136(3):566-71. doi: 10.1016/j.jtcvs.2007.10.091.
  16. Shahian D, O'Brien S, Filardo G, Ferraris V, Haan C, Rich J, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 1 coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Thorac Surg* 2009; 88(1 Suppl):S2-22. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.05.053.
  17. O'Brien S, Shahian D, Filardo G, Ferraris V, Haan C, Rich J, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 2 isolated valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2009; 88(1 Suppl):S23-42. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.05.056.
  18. Shahian D, O'Brien S, Filardo G, Ferraris V, Haan C, Rich J, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 3 valve plus coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Thorac Surg* 2009; 88(1 Suppl):S43-62. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.05.055.

#### Contribución de autores

Abayuba Perna: redacción de borrador, redacción de versión final, correcciones y respuesta a árbitros, análisis estadístico.

Gustavo Saona: redacción de borrador, redacción de versión final, correcciones y respuesta a árbitros.

Graciela Fernández: redacción de versión final y correcciones.

Rosana Gambogi: redacción de versión final y correcciones.