

# Primer puntaje de riesgo latinoamericano en cirugía cardíaca (ArgenSCORE): validación externa y temporal a 10 años de su desarrollo

## External and Temporal Validation 10 Years after the Development of the First Latin-American Risk Stratification Score for Cardiac Surgery (ArgenSCORE)

VICTORIO C. CAROSELLA<sup>†, 1, 2</sup>, HUGO GRANCELLI<sup>MTSAC, 1</sup>, WALTER RODRÍGUEZ<sup>1, 2, 3, 4</sup>, MIGUEL SELLANES<sup>1, 2, 3, 4</sup>, MIGUEL CÁCERES<sup>1, 2, 3, 4</sup>, HERNÁN COHEN ARAZI<sup>MTSAC, 1</sup>, CÉSAR CÁRDENAS<sup>1</sup>, CARLOS NOJEK<sup>MTSAC, 1, 2, 3, 4</sup>

Recibido: 09/12/2010

Aceptado: 28/03/2011

### Dirección para separatas:

Dr. Victorio C. Carosella  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Instituto FLENI  
Montañeses 2325  
(1428) CABA  
Argentina  
Tel. +54 (011) 5777-3200  
Fax +54 (011) 5777-3209  
e-mail: drcarosella@hotmail.com

## RESUMEN

### Introducción

En las últimas décadas se han aplicado diversos modelos de riesgo para predecir mortalidad en cirugía cardíaca, pero ninguno de estos sistemas de evaluación fue desarrollado en poblaciones de América Latina. Estos modelos presentan un rendimiento menor cuando son aplicados en poblaciones diferentes de aquellas en las que fueron desarrollados.

### Objetivos

Validar un modelo de riesgo local de mortalidad intrahospitalaria en cirugía cardíaca [Argentinean System for Cardiac Operative Risk Evaluation (ArgenSCORE)] en forma externa y temporal y compararlo con el EuroSCORE.

### Material y métodos

Se incluyeron 5.268 pacientes adultos, consecutivos, intervenidos quirúrgicamente desde junio de 1994 hasta diciembre de 2009. El modelo fue desarrollado mediante regresión logística en 2.903 pacientes intervenidos en un centro desde junio de 1994 hasta diciembre de 1999. Se realizó validación interna prospectiva desde enero de 2000 hasta junio de 2001 en 708 pacientes. Desde febrero de 2000 hasta diciembre de 2009 se validó en forma externa y temporal el modelo recalibrado evaluando su discriminación y calibración en pacientes operados en cuatro centros diferentes del de su desarrollo y se comparó su rendimiento con el EuroSCORE.

### Resultados

La población de validación externa incluyó 1.657 pacientes, con una edad media de 62,8 ± 13,3 años y una mortalidad global del 4,58%. El ArgenSCORE mostró un buen poder de discriminación (curva ROC: 0,80) y buena capacidad para asignar riesgo en todos los pacientes (relación mortalidad observada: 4,58% vs. mortalidad predicha: 4,54%; p = 0,842). El EuroSCORE mostró un buen poder discriminativo (curva ROC: 0,79), pero sobrevaloró el riesgo estimado (relación mortalidad observada: 4,58% vs. mortalidad predicha: 5,23%; p < 0,0001).

### Conclusiones

El ArgenSCORE mostró una capacidad adecuada para predecir mortalidad intrahospitalaria en cirugía cardíaca a 10 años de su desarrollo. Su aplicación en poblaciones con características geográficas similares a las de aquellas donde fue desarrollado muestra un rendimiento mejor en comparación con un puntaje internacional ya consolidado y de uso global.

REV ARGENT CARDIOL 2011;79:500-507.

**Palabras clave** > Cirugía cardiovascular - Mortalidad - Evaluación de riesgo - Factores de riesgo

<b>Abreviaturas</b> >	<b>ArgenSCORE</b> Argentinean System for Cardiac Operative Risk Evaluation	<b>IC</b> Intervalo de confianza
	<b>CRM</b> Cirugía de revascularización miocárdica	<b>ROC</b> Receiver operating characteristic
	<b>EuroSCORE</b> European System for Cardiac Operative Risk Evaluation	<b>STS</b> Society of Thoracic Surgeons

<sup>MTSAC</sup> Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

<sup>†</sup> Para optar a Miembro Titular de la Sociedad Argentina de Cardiología

<sup>1</sup> Instituto FLENI, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Clínica Suizo-Argentina, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup> Sanatorio de la Trinidad, Buenos Aires, Argentina

<sup>4</sup> Sanatorio de Los Arcos, Buenos Aires, Argentina

## INTRODUCCIÓN

La decisión de realizar una cirugía cardíaca se debe basar en la elaboración de una indicación correcta del procedimiento, que a su vez requiere una evaluación cuidadosa y exhaustiva de sus riesgos y beneficios. Por lo tanto, la estratificación del riesgo operatorio es de gran relevancia tanto para el médico como para el paciente y su familia en el proceso de la toma de decisiones.

Por tal motivo, en las últimas décadas se han aplicado diversos modelos de riesgo para predecir mortalidad en cirugía cardíaca, pero ninguno de estos sistemas de evaluación fueron desarrollados en poblaciones de América Latina. (1-6)

Diversas publicaciones han demostrado que la aplicación de estos modelos en poblaciones diferentes de aquellas en las cuales fueron elaborados provoca una pérdida de sus rendimientos. (7-9) Esta limitación puede estar relacionada con el hecho de que existen diferencias regionales en las características de las poblaciones, así como en las tomas de decisiones y en los resultados de los procedimientos quirúrgicos. (8-12) En particular, estas diferencias podrían ser de relevancia clínica cuando se comparan poblaciones de Latinoamérica con las de América del Norte o de Europa, donde los modelos de riesgo comúnmente utilizados fueron desarrollados en décadas pasadas.

Por otra parte, para que un modelo de predicción de riesgo mantenga confiabilidad y fortaleza se requieren evaluaciones periódicas en su rendimiento mediante procesos de validación tanto en poblaciones diferentes de las del desarrollo como en poblaciones más contemporáneas (validación externa y temporal). (13-16)

En 1999 desarrollamos en nuestro medio un modelo aditivo de riesgo de mortalidad intrahospitalaria en cirugía cardíaca, el Argentinean System for Cardiac Operative Risk Evaluation (ArgenSCORE), que posteriormente fue recalibrado en 2007. El desarrollo y la recalibración de este modelo se han publicado previamente. (17)

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de validar el AGenSCORE recalibrado en forma externa y temporal después de 10 años de su desarrollo y comparar su capacidad predictiva con el European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) (5, 6) en su versión logística con la hipótesis de un rendimiento mejor de nuestro modelo local.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron en forma consecutiva 5.268 pacientes adultos que fueron intervenidos con algún procedimiento quirúrgico cardíaco e incluidos en una base de datos prospectiva, monitorizada y auditada, desde junio de 1994 hasta diciembre de 2009. Nuestra base de datos se desarrolló a semejanza de la base de la Society of Thoracic Surgeons (STS) (4) y, por lo tanto, las variables de riesgo y los eventos se definieron según la STS (<http://www.sts.org>).

## Desarrollo y recalibración del modelo

El ArgenSCORE es un modelo de riesgo simple, aditivo y con representación gráfica, desarrollado mediante un análisis de 2.903 pacientes intervenidos con cirugía cardíaca en forma consecutiva en el Instituto de Cardiología del Hospital Español de Buenos Aires desde junio de 1994 hasta diciembre de 1999.

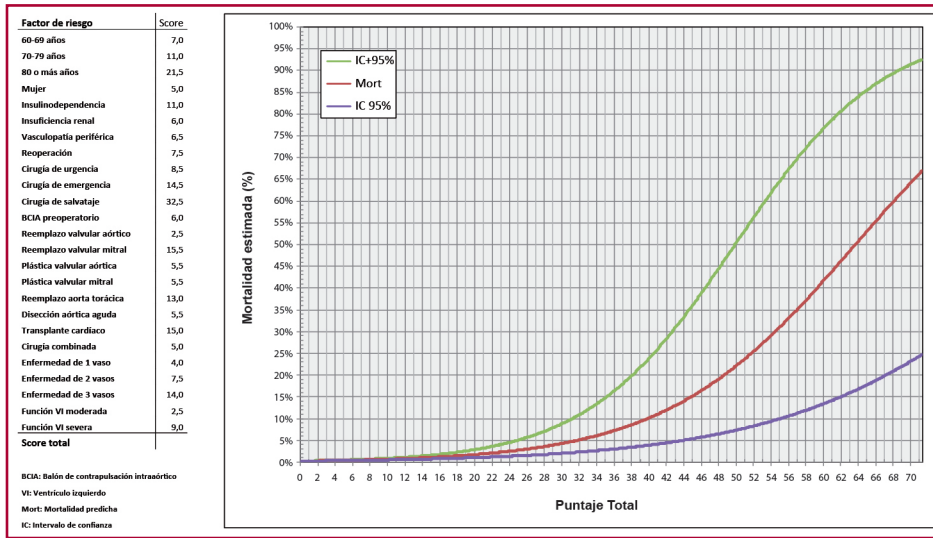
La metodología del desarrollo y recalibración del modelo se han publicado en detalle previamente. (17) Se consideraron 49 variables del registro preoperatorio en un análisis univariado, estimándose las diferencias de proporciones mediante chi cuadrado de Pearson o la prueba exacta de Fisher según el caso. Las variables continuas se transformaron en categóricas mediante puntos de corte según la bibliografía, (3) en tanto que las variables categóricas se expresaron en porcentajes y las variables continuas como media  $\pm$  desviación estándar.

Las variables preoperatorias se ingresaron a un modelo de regresión logística múltiple cuando presentaron significación estadística en el análisis univariado o bien siguiendo un criterio de importancia clínica. Posteriormente se modificó el ingreso de las variables hasta lograr el modelo con mejor ajuste. Con los valores obtenidos de constantes y de coeficientes de las variables de la regresión logística múltiple se calcula la mortalidad predicha sumando los coeficientes positivos (o presentes) y la constante de la regresión; a este valor se le calcula el logit para estimar la mortalidad predicha. Se identificaron 18 variables predictoras independientes de mortalidad intrahospitalaria. (17)

Se desarrolló además un método gráfico que permite estimar el riesgo de muerte en forma simple y que sólo requiere una grilla preimpresa. A cada variable incluida en el análisis se le asigna un puntaje, el cual resulta de multiplicar por 10 el coeficiente de la regresión logística; el riesgo estimado corresponde a la suma de los puntajes individuales de cada una de las variables positivas detectadas en el paciente. Finalmente se graficó una curva de distribución que permitió correlacionar los valores absolutos del puntaje (*score*) con los riesgos predichos de la regresión logística múltiple.

La evaluación inicial del rendimiento del modelo se realizó mediante una validación interna prospectiva desde enero de 2000 a junio de 2001 en 708 pacientes operados en el mismo centro, observándose un área bajo la curva receiver operating characteristic (ROC) (18) de 0,77 (IC 95%: 0,74-0,80). Posteriormente se realizó una primera validación prospectiva, externa y temporal del modelo en 1.087 pacientes operados en tres centros de Buenos Aires entre febrero de 2000 y enero de 2007. Aunque el modelo demostró un buen poder de discriminación, área bajo la curva ROC de 0,81 (IC 95%: 0,75-0,87), se observó una mala calibración debido a una mortalidad observada menor que la predicha (3,96% vs. 8,20%;  $p < 0,0001$ ). (17)

Para optimizar su rendimiento, el modelo original-(1999) fue recalibrado, (7, 15, 16, 19) haciendo correr una nueva regresión logística para mortalidad intrahospitalaria en donde el modelo original-(1999) es la variable independiente y la mortalidad intrahospitalaria la variable dependiente. (19, 20) El ArgenSCORE recalibrado-(2007) mostró un área bajo la curva ROC de 0,81 (IC 95%: 0,75-0,87), la prueba de Hosmer-Lemeshow (21) fue no significativa (chi cuadrado = 1,51;  $p = 0,68$ ) y se comprobó un nivel adecuado de relación entre mortalidad observada / mortalidad predicha en todos los pacientes ( $p = 0,92$ ). En la Figura 1 se muestra el modelo recalibrado-(2007), donde la estimación de la mortalidad se grafica con sus correspondientes IC. (16)



**Fig. 1.** ArgenSCORE recalibrado-(2007). Puede utilizarse como una tarjeta de bolsillo para su fácil consulta y aplicación. BCIA: Balón de contrapulsación intraaórtico. VI = Ventricular izquierda. Mort: Mortalidad predicha. IC: Intervalo de confianza.

## Validación externa y temporal del modelo

### Recolección de datos

La recolección de datos se realizó en forma prospectiva y fueron incorporados a una base de datos en formato Access. Para asegurar la calidad de la información de las diferentes variables y eventos, su recolección y archivo fueron supervisados por los cirujanos en forma previa y posterior a la intervención quirúrgica. Un coordinador y auditor de la base de datos, a cargo del control de calidad, verificó la fidelidad de la información incorporada en forma semanal. Todos los datos inconsistentes y/o incompletos se controlaron nuevamente y se corrigieron utilizando registros hospitalarios de los centros después del alta del paciente. En la totalidad de los casos incluidos se dispuso de la información completa de las variables analizadas.

### Diseño del estudio

Los pacientes incorporados entre febrero de 2000 y diciembre de 2009 fueron incluidos en el análisis de la validación externa y temporal del presente estudio ( $n = 1.657$ ).

Estos pacientes fueron operados en cuatro centros de la ciudad de Buenos Aires diferentes del centro original del desarrollo: Instituto FLENI, Sanatorio Los Arcos, Sanatorio de la Trinidad y Clínica Suizo-Argentina. Los procedimientos quirúrgicos incluidos fueron cirugía de revascularización miocárdica (CRM) aislada, cirugía valvular aislada (reemplazo o plástica), cirugía valvular con CRM, cirugía de la aorta torácica, cirugía cardíaca con endarterectomía carotídea, cirugía cardíaca congénita de adultos y trasplante cardíaco. Los pacientes que fueron intervenidos con implante o explante de dispositivos de asistencia ventricular como su cirugía primaria se excluyeron. Se evaluó como punto final la mortalidad intrahospitalaria, definida como la que ocurre hasta el alta del paciente.

En esta población de validación externa se analizó la discriminación del modelo de riesgo local evaluando el área bajo la curva ROC. (18) Se evaluó además el poder de calibración del modelo comparando la relación entre mortalidad observada / mortalidad predicha en todos los pacientes y a través de los cinco quintiles de riesgo. (3, 10, 15, 22) La diferencia entre la media de la mortalidad observada y la media de la mortalidad predicha se calculó mediante la prueba de test  $t$ . (23) Se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ .

Se analizaron las diferencias epidemiológicas, de variables de riesgo y de resultados operatorios entre nuestra población

local de validación externa y la población del EuroSCORE (5, 8, 24, 25) mediante chi cuadrado de Pearson. El rendimiento del ArgenSCORE aditivo se comparó con el EuroSCORE en su versión logística calculando el área bajo la curva ROC y la calibración de ambos modelos en nuestra población de validación. (5, 6) En todos los análisis de la presente investigación se utilizó el programa estadístico SPSS en su versión 17.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill).

## RESULTADOS

La población de desarrollo estuvo constituida por 2.903 pacientes, con una mortalidad intrahospitalaria del 8,2%, y la población de validación por 1.657 pacientes, con una mortalidad del 4,58% ( $p < 0,0001$ ). No se observaron diferencias en la edad media ( $62,8 \pm 11,6$  vs.  $62,8 \pm 13,3$  años) ni en el porcentaje de mujeres (26,5% vs. 23,7%) entre ambas poblaciones. Sin embargo, la población de validación presentó una prevalencia mayor de variables de riesgo preoperatorio en comparación con la población de desarrollo: subpoblación  $\geq 80$  años (6,28% vs. 2,69%;  $p < 0,0001$ ), cirugía de urgencia (10,2% vs. 6,6%;  $p < 0,0001$ ), cirugía combinada (24,02% vs. 14,8%;  $p < 0,0001$ ), reemplazo de la aorta torácica (9,47% vs. 4,5%;  $p = 0,0046$ ) y menor CRM aislada (53,05% vs. 64,0%;  $p < 0,0001$ ). Las características de las poblaciones de desarrollo y de validación externa, así como sus mortalidades se muestran en Tabla 1.

La validación externa y temporal confirmó que el ArgenSCORE recalibrado mantuvo una buena capacidad para discriminar mortalidad intrahospitalaria en cirugía cardíaca en esta nueva población. El área bajo la curva ROC fue de 0,80 (IC 95%: 0,75-0,85) (Figura 2).

El modelo también mostró muy buena capacidad para asignar riesgo operatorio en la población global, comprobándose una excelente relación entre mortalidad observada del 4,58% versus una mortalidad predicha del 4,54% ( $p = 0,842$ ) (Tabla 2). El análisis de acuerdo con los quintiles de riesgo evidenció una capacidad más irregular en la calibración.

Las características epidemiológicas, de riesgo operatorio y de la complejidad del procedimiento en las poblaciones de validación local y del EuroSCORE mostraron diferencias importantes (Tabla 3). La población local evidenció un porcentaje mayor de pacientes  $\geq 75$  años (18,59% vs. 9,6%;  $p < 0,0001$ ), de índice de masa corporal  $> 30$  (18,17% vs. 5,0%;  $p < 0,0001$ ), de cirugía valvular aislada (39,65% vs.

29,4%;  $p < 0,0001$ ) y de reemplazo de la aorta torácica (9,47% vs. 2,4%;  $p < 0,0001$ ). A su vez, la población del EuroSCORE mostró un porcentaje mayor de insuficiencia renal (3,5% vs. 2,17%;  $p = 0,005$ ), de insuficiencia cardíaca crónica (13,7% vs. 5,13%;  $p < 0,0001$ ), de cirugía de urgencia (21,0% vs. 10,2%;  $p < 0,0001$ ) y de CRM aislada (65,0% vs. 53,05%;  $p < 0,0001$ ). No obstante, la mortalidad intrahospitalaria

**Tabla 1.** Características de los pacientes en las poblaciones de desarrollo del modelo y de validación externa y temporal

Variable	Población de desarrollo 1994-1999 (%) n = 2.903	Población de validación externa 2000-2009 (%) n = 1.657	Valor de p
< 60 años	32,44	33,61	0,425
60-69 años	37,07	31,62	0,0002
70-79 años	27,8	28,49	0,644
$\geq 80$ años	2,69	6,28	< 0,0001
Sexo femenino	25,0	23,72	0,361
IMC > 30	18,4	18,17	0,878
Diabetes	17,9	13,82	0,0004
Insulinodependencia	1,6	1,99	0,371
EPOC	5,9	4,89	0,174
Insuficiencia renal	2,5	2,17	0,578
Enfermedad vascular periférica	6,6	7,12	0,523
Endocarditis activa	1,8	1,45	0,453
Cirugía cardíaca previa	7,2	6,28	0,261
Cirugía electiva	90,4	86,6	0,0001
Cirugía de urgencia	6,6	10,2	< 0,0001
Cirugía de emergencia	2,3	2,66	0,479
Cirugía de salvataje	0,8	0,54	0,432
BCIA preoperatorio	2,8	3,56	0,173
CRM aislada	64,0	53,05	< 0,0001
Reemplazo valvular aórtico	20,9	25,53	0,0003
Reemplazo valvular mitral	6,1	6,28	0,0015
Reparación válvula aórtica	1,5	2,53	0,0156
Reparación válvula mitral	3,4	7,12	< 0,0001
Reemplazo aorta torácica	4,5	9,47	0,0046
Diseción aórtica aguda	1,2	2,11	0,0174
Trasplante cardíaco	1,5	0,36	0,0007
Cirugía combinada	14,8	24,02	< 0,0001
Cirugía cardíaca sin bomba	2,60	7,97	< 0,0001
Enfermedad de un vaso	9,2	6,4	0,003
Enfermedad de dos vasos	24,3	17,08	< 0,0001
Enfermedad de tres vasos	66,5	41,64	< 0,0001
Disfunción VI moderada	17,6	17,8	0,864
Disfunción VI grave	7,9	8,0	0,925
Mortalidad total	8,20	4,58	< 0,0001

IMC: Índice de masa corporal. EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. BCIA: Balón de contrapulsación intraaórtico. CRM: Cirugía de revascularización miocárdica. VI: Ventricular izquierda.



observada entre ambas poblaciones fue similar: local 4,58% versus EuroSCORE 4,80% (p = 0,69).

La evaluación del rendimiento del EuroSCORE en nuestra población de validación externa mostró una buena capacidad de este modelo para discriminar el riesgo de mortalidad quirúrgica, área bajo la curva ROC de 0,79 (IC 95%: 0,74-0,84) (Figura 2). En cambio, su capacidad para asignar riesgo de mortalidad en la población global fue inadecuada debido a que sobrevaloró el riesgo estimado con una relación entre la mortalidad observada del 4,58% versus una mortalidad predicha del 5,23% (p < 0,0001) (véase Tabla 2).

**DISCUSIÓN**

La utilización de sistemas de estratificación de riesgo de mortalidad y morbilidad operatoria constituyen una herramienta de uso corriente para la toma de decisiones previo a una cirugía cardíaca.

La confiabilidad de estos sistemas debe basarse en su capacidad para identificar en forma segura el riesgo

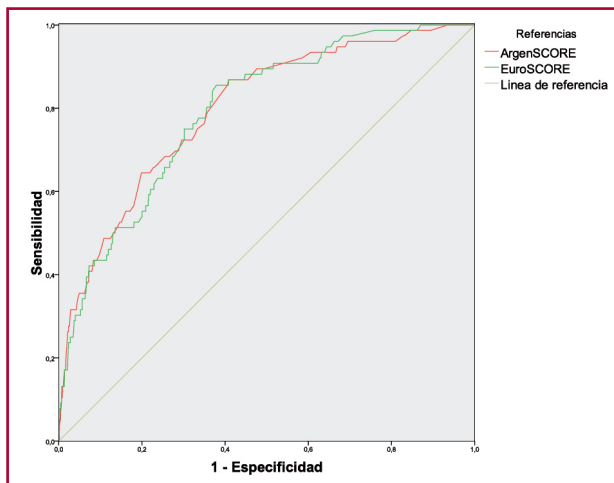
operatorio; sin embargo, se han observado múltiples limitaciones en su aplicación clínica en diferentes escenarios y subpoblaciones. Se han reconocido pérdidas en sus rendimientos cuando se aplican en pacientes con características clínicas o perfiles de riesgo diferentes de los de las poblaciones utilizadas para su elaboración o cuando se emplean en procedimientos distintos para los cuales fueron desarrollados. (7-10, 24)

El ArgenSCORE es un modelo de predicción de riesgo de cirugía cardíaca desarrollado en nuestro país en 1999 y recalibrado en 2007. (17, 26) Los resultados del presente trabajo muestran la validez externa y temporal de este modelo después de 10 años de su desarrollo cuando se aplica en una población local. Su fortaleza se evidencia por presentar un buen poder de discriminación para mortalidad y por su capacidad para asignar el riesgo en toda la población al mostrar una excelente relación entre la mortalidad observada (4,58%) y la predicha (4,54%).

Este modelo que utiliza variables objetivas (4, 10, 22) y de fácil implementación mediante una representación gráfica, puede aplicarse para estratificar el riesgo en forma simple y con rendimiento adecuado en la evaluación preoperatoria asistencial.

Todo sistema de evaluación de riesgo una vez desarrollado debe evaluarse prospectivamente y a su vez validarse en forma externa (poblaciones diferentes) y temporalmente alejados de su elaboración. (9, 13, 15) Las características clínicas y los perfiles de riesgo de los pacientes intervenidos, los criterios de indicación de cirugía y ciertas particularidades relacionadas con las técnicas quirúrgicas pueden variar en forma regional incluso entre los centros de una misma ciudad. (8-12, 27) Wynne-Jones y colaboradores, que evaluaron poblaciones de cuatro centros situados en la región noroeste de Inglaterra, de características socioeconómicas similares y cercanía geográfica, identificaron diferencias importantes en el perfil de riesgo de los pacientes. (12)

A su vez, las características epidemiológicas poblacionales, las variables comórbidas, las indicaciones y las técnicas de los procedimientos, así como los resultados operatorios se modifican considerablemente a lo largo del tiempo aun en un mismo centro. (7, 28) La comparación de poblaciones de cirugía cardíaca a



**Fig. 2.** Áreas bajo la curva ROC obtenidas en la población de validación externa (n = 1.657). El ArgenSCORE recalibrado-2007 presentó un área bajo la curva ROC de 0,80 (IC 95%: 0,75-0,85) y el EuroSCORE logístico mostró un área bajo la curva ROC de 0,79 (IC 95%: 0,74-0,84).

Quintiles de riesgo	Número de pacientes	Mortalidad observada (%)	Mortalidad predicha (%) valor de p	
			ArgenSCORE (Recalibrado-2007)	EuroSCORE (Versión logístico)
Primero	416	(0,72)	(0,74) 0,116	(1,83) < 0,0001
Segundo	392	(1,27)	(1,61) < 0,0001	(2,78) < 0,0001
Tercero	225	(3,55)	(2,48) < 0,0001	(3,38) 0,37
Cuarto	296	(5,74)	(4,07) < 0,0001	(6,10) 0,217
Quinto	328	(13,11)	(14,73) 0,025	(12,98) 0,859
Total	1.657	(4,58)	(4,55) 0,842	(5,24) < 0,0001

**Tabla 2.** Comparación mortalidad observada versus mortalidad predicha entre el ArgenSCORE recalibrado-(2007) y el EuroSCORE (versión logístico) a través de los cinco quintiles de riesgo en la población de validación externa (n = 1.657)

través de los años ha mostrado que el efecto tiempo genera un aumento en la prevalencia de variables de riesgo preoperatorio, aunque esto se acompaña de una disminución en la mortalidad quirúrgica, fenómeno descrito como “riesgo paradójico” por Pinna-Pintor y colaboradores. (29) En este sentido, nuestra población

de validación mostró un perfil de riesgo preoperatorio mayor y a su vez una mortalidad quirúrgica menor en comparación con la población de desarrollo. Estos cambios en el perfil poblacional y en los resultados motivaron la necesidad de recalibración (15, 16, 19) de nuestro modelo en el año 2007. (17)

**Tabla 3.** Prevalencia de factores de riesgo entre nuestra población de validación externa y la población del EuroSCORE

Variable	Población de validación externa Prevalencia (%) (n = 1.657)	Población del EuroSCORE Prevalencia (%) (n = 19.030)	Valor de p
65-70 años	15,63	20,7	< 0,0001
≥ 75 años	18,59	9,6	< 0,0001
Sexo femenino	23,72	27,8	0,0003
IMC > 30	18,17	5,0	< 0,0001
Hipertensión arterial	57,17	44,0	< 0,0001
Diabetes	13,82	17,0	0,001
Insulinodependencia	1,99	4,0	< 0,0001
EPOC	4,89	3,9	0,0481
Insuficiencia renal	2,17	3,5	0,0052
Arteriopatía extracardíaca	7,12	11,3	< 0,0001
Claudicación intermitente	1,09	5,8	< 0,0001
Enfermedad neurológica disfuncional	2,47	1,4	0,0007
Endocarditis activa	1,45	3,6	< 0,0001
Insuficiencia cardíaca crónica	5,13	13,7	< 0,0001
Fibrilación auricular	4,53	9,0	< 0,0001
Angor clase funcional IV	8,63	21,0	< 0,0001
Angina inestable en CRM	20,04	12,0	< 0,0001
Angina inestable (todos los tipos)	22,27	8,0	< 0,0001
Cirugía electiva	86,60	74,0	< 0,0001
Cirugía de urgencia	10,20	21,0	< 0,0001
Cirugía de emergencia	2,66	4,9	< 0,0001
BCIA preoperatorio	3,56	1,0	< 0,0001
CRM aislada	53,05	65,0	< 0,0001
Otras que no sean CRM aislada	46,95	36,4	< 0,0001
Sólo cirugía valvular	39,65	29,4	< 0,0001
Cirugía válvula aórtica (sola)	61,95	57,0	0,0168
Cirugía válvula mitral (sola)	24,81	29,0	0,0277
Doble valvular	6,39	14,0	< 0,0001
Reemplazo aorta torácica	9,47	2,4	< 0,0001
Enfermedad de un vaso	6,64	8,0	0,048
Enfermedad de dos vasos	17,08	25,0	< 0,0001
Enfermedad de tres vasos	41,64	66,7	< 0,0001
Tronco coronaria izquierda	18,11	22,0	0,0002
Disfunción VI moderada	17,8	25,6	< 0,0001
Disfunción VI grave	8,0	5,8	0,0002
Mortalidad total	4,58	4,80	0,6993

IMC: Índice de masa corporal. EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. CRM: Cirugía de revascularización miocárdica. BCIA: Balón de contrapulsación intraaórtico. VI = Ventricular izquierda.

En nuestro medio se utilizan de rutina sistemas de estratificación de riesgo internacionales que fueron elaborados de acuerdo con poblaciones y resultados de centros quirúrgicos diferentes de nuestra realidad y por lo tanto su capacidad de predicción podría estar limitada. (1-6) De esta forma, a diferencia de lo observado con el ArgenSCORE, la aplicación del EuroSCORE en nuestra población mostró un poder de discriminación aceptable, pero su capacidad para asignar riesgo operatorio en la población total fue inadecuada al sobrevalorar el riesgo estimado (relación mortalidad observada / mortalidad predicha: 4,58% vs. 5,23%). Este rendimiento menor del EuroSCORE podría explicarse por las diferencias en los perfiles clínicos de riesgo y en los procedimientos quirúrgicos realizados entre su población de desarrollo y nuestra población de validación. Así, estos hallazgos sustentan las ventajas de desarrollar y utilizar modelos locales en la estratificación del riesgo preoperatorio. (8-10, 30)

Este estudio presenta algunas limitaciones. La validación externa se realizó sólo en cuatro instituciones de la ciudad de Buenos Aires sin haberla extendido a un número mayor de centros y a otras regiones de nuestro país. Si bien el evento evaluado fue la mortalidad hospitalaria, otras complicaciones como las diferentes morbilidades son de importancia en el pronóstico y la calidad de vida y deberían considerarse en la evaluación preoperatoria. (16, 22) A su vez, estos resultados no pueden extrapolarse a la cirugía cardíaca sin circulación extracorpórea debido al bajo porcentaje de estos procedimientos en las poblaciones analizadas.

## CONCLUSIONES

El ArgenSCORE representa el primer modelo desarrollado y validado para estratificar el riesgo de mortalidad hospitalaria en cirugía cardíaca en nuestro país y de América Latina. Su metodología simple y con representación gráfica permite estimar el riesgo en forma sencilla y con fácil implementación. La validación externa y temporal después de 10 años de su desarrollo demostró su adecuada capacidad para discriminar y asignar riesgo de mortalidad operatoria. Su aplicación en poblaciones con características geográficas y demográficas similares a las de aquellas donde fue desarrollado muestra un rendimiento mejor en comparación con un puntaje internacional ya consolidado y de uso global.

## SUMMARY

### External and Temporal Validation 10 Years after the Development of the First Latin-American Risk Stratification Score for Cardiac Surgery (ArgenSCORE)

#### Background

During the last decades, several risk assessment models have been applied to predict the risk of mortality after cardiac surgery; however, none of them have been developed

in Latin American populations. These models have inferior performance when applied to patient groups other than the ones on whom they were developed.

#### Objectives

To perform external and temporal validation of a local risk score for cardiac surgery [Argentinean System for Cardiac Operative Risk Evaluation (ArgenSCORE)] and compare it to the EuroSCORE.

#### Material and Methods

A total of 5268 consecutive adult patients undergoing cardiac surgery were included from June 1994 to December 2009. The risk model was developed through logistic regression on the data of 2903 patients who underwent cardiac surgery between June 1994 and December 1999 at a center. Prospective internal validation was performed on 708 patients between January 2000 and June 2001. External and temporal validation of the recalibrated model were performed between February 2000 and December 2009, evaluating model discrimination and calibration in patients operated on at four centers different from the one where the score had been originally developed. The method was also compared to the EuroSCORE.

#### Results

The external validation was performed on 1657 patients, mean age was  $62.8 \pm 13.3$  years and global mortality was 4.58%. The ArgenSCORE showed both good discriminatory power with an area under the ROC curve of 0.80 and predictive capacity for risk assessment in all patients (observed mortality 4.58% vs. expected mortality 4.54%;  $p=0.842$ ). The EuroSCORE showed good discriminatory power (area under the ROC curve of 0.79) but overestimated the risk (observed mortality 4.58% vs. expected mortality 5.23%;  $p < 0.0001$ ).

#### Conclusions

The ArgenSCORE showed an adequate capacity to predict in-hospital mortality in cardiac surgery 10 years after being developed. The score can be applied to populations with similar geographic characteristics, showing a better performance compared to an established international risk stratification model.

**Key words** > Cardiovascular Surgery - Mortality - Risk Assessment - Risk Factors

## BIBLIOGRAFÍA

1. Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD. A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation* 1989;79:3-12.
2. Tu AV, Jaglal SB, Naylor CD. Multicenter validation of a risk index for mortality, intensive care unit stay, and overall hospital length of stay after cardiac surgery. *Circulation* 1995;91:677-84.
3. Hannan EL, Kilburn H, Jr, O'Donnell JF, Lukacik G, Shields EP. Adult open heart surgery in New York State. An analysis of risk factors and hospital mortality rates. *JAMA* 1990;264:2768-74.
4. Edwards FH, Grover FL, Shroyer AL, Schwartz M, Bero JW. The Society of Thoracic Surgeons National Cardiac Surgery Database: Current risk assessment. *Ann Thorac Surg* 1997;63:903-8.
5. Roques F, Nashef SA, 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;15:816-23.
6. 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.

7. Ivanov J, Tu JV, Naylor CD. Ready-made, recalibrated, or remodeled? Issues in the use of risk indexes for assessing mortality after coronary artery bypass graft surgery. *Circulation* 1999;99:2098-104.
8. Yap CH, Reid C, Yui M, Rowland MA, Mohajeri M, Skillington PD, et al. Validation of the EuroSCORE model in Australia. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29:441-6.
9. Asimakopoulos G, Al-Ruzzeh S, Ambler G, Omar RZ, Punjabi P, Amrani M, et al. An evaluation of existing risk stratification models as a tool for comparison of surgical performances for coronary artery bypass grafting between institutions. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:935-42.
10. Al-Ruzzeh S, Asimakopoulos G, Ambler G, Omar R, Hasan R, Fabri B, et al. Validation of four different risk stratification systems in patients undergoing off-pump coronary bypass graft surgery: a UK multicentre analysis of 2223 patients. *Heart* 2003;89:432-5.
11. Nashef SA, Roques F, Michel P, Cortina J, Faichney A, Gams E, et al. Coronary surgery in Europe: comparison of the national subsets of the European System for Cardiac Operative Risk Evaluation database. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:396-9.
12. Wynne-Jones K, Jackson M, Grotte G, Bridgewater B. Limitations of the Parsonnet score for measuring risk stratified mortality in the north west of England. The North West Regional Cardiac Surgery Audit Steering Group. *Heart* 2000;84:71-8.
13. Anderson RP, Jin R, Grunkemeier GL. Understanding logistic regression analysis in clinical reports: an introduction. *Ann Thorac Surg* 2003;75:753-7.
14. Harrell FE. *Regression Modeling Strategies*. New York, NY: Springer-Verlag; 2001.
15. Omar RZ, Ambler G, Royston P, Eliahoo J, Taylor KM. Cardiac surgery risk modeling for mortality: a review of current practice and suggestions for improvement. *Ann Thorac Surg* 2004;77:2232-7.
16. Shahian DM, Blackstone EH, Edwards FH, Grover FL, Grunkemeier GL, Naftel DC, et al. Cardiac surgery risk models: a position article. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1868-77.
17. Carosella VC, Navia JL, Al-Ruzzeh S, Grancelli H, Rodriguez W, Cardenas C, et al. The first Latin-American risk stratification system for cardiac surgery: can be used as a graphic pocket-card score. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2009;9:203-8.
18. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 1982;143:29-36.
19. Jin R, Grunkemeier GL, Starr A. Validation and refinement of mortality risk models for heart valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;80:471-9.
20. Metnitz PGH, Lang T, Vesely H, Valentin A, Le Gall JR. Ratios of observed to expected mortality are affected by differences in case mix and quality of care. *Intensive Care Med* 2000;26:1466-72.
21. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied logistic regression*. New York: John Wiley and Sons; 1989.
22. Shahian DM, Normand SL, Torchiana DF, Lewis SM, Pastore JO, Kuntz RE, et al. Cardiac surgery report cards: comprehensive review and statistical critique. *Ann Thorac Surg* 2001;72:2155-68.
23. Beck DH, Smith GB, Pappachan JV, Millar B. External validation of the SAPS II, APACHE II and APACHE III prognostic models in South England: a multicentre study. *Intensive Care Med* 2003;29:249-56.
24. Nashef SA, Roques F, Hammill BG, Peterson ED, Michel P, Grover FL, et al. Validation of European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) in North American cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:101-5.
25. Zheng Z, Li Y, Zhang S, Hu S. The Chinese coronary artery bypass grafting registry study: how well does the EuroSCORE predict operative risk for Chinese population? *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;35:54-8.
26. Mestres CA. Comment: The first Latin-American risk stratification system. A timely report. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2009;9:208.
27. Bridgewater B, Neve H, Moat N, Hooper T, Jones M. Predicting operative risk for coronary artery surgery risk in the United Kingdom: a comparison of various prediction algorithms. *Heart* 1998;79:350-5.
28. Ferguson TB, Hammill BG, Peterson ED, DeLong ER, Grover FL, STS National Database Committee. A decade of change—risk profiles and outcomes for isolated coronary artery bypass grafting procedures, 1990-1999: a report from the STS National Database Committee and the Duke Clinical Research Institute. Society of Thoracic Surgeons. *Ann Thorac Surg* 2002;73:480-90.
29. Pinna Pintor P, Colangelo S, Bobbio M. Evolution of case-mix in heart surgery: from mortality risk to complication risk. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:927-33.
30. Roques F, Nashef SAM, Michel P, Pinna Pintor P, David M, Baudet E. Does EuroSCORE work in individual European countries? *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;18:27-30.