

# Validación del índice pediátrico de mortalidad 2 (PIM2) en Argentina: un estudio prospectivo, multicéntrico, observacional

*Validation of the Pediatric Index of Mortality 2 (PIM2) in Argentina: a prospective, multicenter, observational study*

M. Sc. Ariel L. Fernández<sup>a</sup>, Dra. María P. Arias López<sup>b</sup>, Dra. María E. Ratto<sup>c</sup>, Dra. Liliana Saligari<sup>d</sup>, Dr. Alejandro Siaba Serrate<sup>e</sup>, Dra. Marcela de la Rosa<sup>f</sup>, Dra. Norma Raúl<sup>g</sup>, Dra. Nancy Boada<sup>h</sup>, Dra. Paola Gallardo<sup>i</sup>, Dra. Inja Ko<sup>b</sup> y Dr. Eduardo Schnitzler<sup>e</sup>

## RESUMEN

**Introducción.** El índice pediátrico de mortalidad 2 (*Pediatric Index of Mortality 2*; PIM2, por sus siglas en inglés) es uno de los puntajes más utilizados para la predicción de la mortalidad en pacientes ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) argentinas. El objetivo de este estudio fue validar el puntaje PIM2 en las UCIP integrantes del Programa de Calidad de Atención de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva.

**Población y métodos.** Estudio multicéntrico, prospectivo, observacional, de corte transversal. Se incluyeron todos los pacientes de entre 1 mes y 16 años de edad, ingresados en las UCIP participantes entre el 01-01-2009 y el 31-12-2009. Se evaluó la discriminación y calibración del puntaje PIM2 en toda la población y en diferentes subgrupos (riesgo de mortalidad, edad, diagnósticos de ingreso).

**Resultados.** Se incluyeron 2832 pacientes. El PIM2 predijo 246 muertes; sin embargo, fallecieron 297 pacientes ( $p < 0,01$ ). La razón de mortalidad estandarizada fue 1,20 (IC 95%: 1,01-1,43). El área bajo la curva ROC fue 0,84 (IC 95%: 0,82-0,86). Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las muertes observadas y las predichas para toda la población y en los distintos intervalos de riesgo ( $\chi^2 71,02$ ;  $df 8$ ;  $p < 0,001$ ). También se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las muertes observadas y esperadas en los pacientes adolescentes (37/22,  $p = 0,03$ ) y en aquellos ingresados con patología respiratoria (105/81,  $p = 0,03$ ).

**Conclusiones.** El puntaje PIM2 permite diferenciar adecuadamente los pacientes que sobreviven de aquellos que fallecen. Sin embargo, subvalora el riesgo de muerte en forma global, especialmente en los pacientes adolescentes y en aquellos ingresados por causa respiratoria. Es fundamental considerar estas diferencias al interpretar los resultados.

**Palabras clave:** unidades de terapia intensiva pediátrica, mortalidad, pediatría, benchmarking, índice de severidad de la enfermedad PIM2.

- FUNDASAMIN (Fundación para la Salud Materno Infantil).
- Hospital de Niños Dr. Ricardo Gutiérrez.
- Hospital de Niños Sor María Ludovica de La Plata.
- Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas.
- Hospital Universitario Austral.
- Hospital El Cruce Dr. Néstor Carlos Kirchner. Alta Complejidad en Red.
- Hospital Italiano La Plata.
- Hospital de Pediatría S. A. M. I. C. Profesor Dr. Juan P. Garrahan.
- Hospital del Niño Jesús de Tucumán.

**Correspondencia:**  
M. Sc. Ariel L. Fernández: hardineros@hardineros.com.ar

**Financiamiento:**  
Ninguno.

**Conflicto de intereses:**  
Ninguno que declarar.

Recibido: 25-9-2014  
Aceptado: 15-12-2014

## INTRODUCCIÓN

La accesibilidad y la calidad de los cuidados intensivos pediátricos se distribuyen en forma no equitativa en el mundo debido a importantes diferencias en la disponibilidad de recursos y a las distintas inversiones que cada región realiza en sus sistemas de salud. La distribución y la calidad de los cuidados críticos tampoco son homogéneas dentro de cada país, lo cual genera diferencias en los resultados, con probable impacto en los indicadores generales de salud, como las tasas de mortalidad infantil.<sup>1</sup>

Para implementar cualquier iniciativa de mejora de calidad, se necesita la medición objetiva de los resultados. Los puntajes pronósticos de mortalidad en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) han sido desarrollados para cuantificar objetivamente la relación entre el estado clínico de los pacientes críticos al momento del ingreso a la UCI y su riesgo de morir.<sup>2-6</sup> Estos puntajes utilizan modelos de regresión para obtener una ecuación que describe la relación entre distintas variables predictoras (fisiológicas, demográficas y clínicas) y la probabilidad de muerte.<sup>7</sup> Los indicadores, como la razón de mortalidad estandarizada (RME), que comparan la mortalidad observada con la predicha por los puntajes, son herramientas valiosas para evaluar los cuidados brindados en la UCI. Sin embargo, al interpretar estos indicadores, es necesario considerar si el puntaje utilizado para

predecir la mortalidad es confiable y adecuado para la población estudiada. El modelo debe permitir ajustar el riesgo de muerte por factores distintos al cuidado brindado, que puedan influenciar los resultados.

Desde el año 1999, la Sociedad Argentina de Cuidados Intensivos (SATI) lleva a cabo el Programa de Calidad de Atención denominado SATI-Q,<sup>8</sup> como una iniciativa para mejorar los cuidados brindados en las UCI argentinas. En este programa, participan voluntariamente unidades de cuidados intensivos neonatales, pediátricos y de adultos. Las Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) participantes tienen la posibilidad de utilizar dos modelos de predicción de mortalidad: el puntaje de riesgo de mortalidad pediátrico (*Pediatric Risk of Mortality*; PRISM, por sus siglas en inglés)<sup>9</sup> y el PIM2.<sup>10,11</sup> El puntaje utilizado en la mayoría de las UCIP es el PIM2. Esta elección puede deberse a la simplicidad de su cálculo, a su mayor difusión en Argentina o a su gratuidad frente a PRISM III, versión actualizada del PRISM. Además, a diferencia del PRISM y del PRISM III, el puntaje PIM2 tiene en cuenta aspectos relacionados con el estado del paciente previo al ingreso a la UCIP y no es afectado por el tratamiento recibido durante las primeras 24 horas posteriores al ingreso en la unidad.<sup>12</sup>

Si bien el puntaje PIM2 puede utilizarse en poblaciones diferentes a las que formaron parte del trabajo original, es esencial evaluar previamente su funcionamiento en una muestra representativa de pacientes que permita confirmar si el modelo es también un buen predictor de mortalidad a nivel local.<sup>3,13,14</sup> Este estudio tiene como objetivo validar el PIM2 en las UCIP argentinas integrantes del Programa SATI-Q.

## POBLACIÓN Y MÉTODOS

Se diseñó un estudio multicéntrico, observacional, prospectivo, de corte transversal. Se invitó a participar a todas las UCIP integrantes del Programa SATI-Q.

Se incluyeron todos los pacientes que requirieron cuidados intensivos de entre 1 mes y 16 años de edad, ingresados consecutivamente entre el 01/01/2009 y el 31/12/2009.

Se excluyeron del análisis los pacientes aún internados al finalizar la recolección de los datos, aquellos derivados a otra UCIP para continuar su tratamiento y a los menores de un mes. Los neonatos fueron excluidos porque, en Argentina, estos niños habitualmente son tratados en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales.

Se recolectaron los siguientes datos para cada paciente: diagnóstico de ingreso, fecha de ingreso a la UCIP y egreso de ella, edad, sexo, días de estadía, días de asistencia respiratoria mecánica (ARM), resultado al momento del egreso de la UCIP y la información necesaria para el cálculo del PIM2, cuya ecuación y variables se describen en la *Tabla 1*.<sup>11</sup>

El instrumento de recolección de datos fue el programa informático SATI-Q: *software* utilizado por las UCI participantes del Programa SATI-Q para el registro de datos relacionados con estándares de calidad.<sup>8</sup>

Con el objetivo de minimizar la existencia de datos faltantes en las variables de interés para el estudio, se realizaron análisis trimestrales programados de las bases de datos. En cada oportunidad, se analizaron 5 registros elegidos al azar para cada UCIP y se evaluó el porcentaje de datos faltantes. También se recalculó el PIM2 de los pacientes analizados considerando los datos de la historia clínica. Se evaluó la calidad de los datos comparando la probabilidad de muerte calculada en ambos casos mediante el test de Bland-Altman.<sup>15</sup>

Cada Unidad participante envió la base de datos para el análisis en forma encriptada a través de correo electrónico. Para preservar la seguridad de los datos y como protección de la información personal, todos los datos identificatorios de los pacientes fueron anonimizados. La base de datos está registrada en la Dirección Nacional de Protección de Datos Personales de Argentina.

*Consideraciones éticas:* Los aspectos éticos y científicos del protocolo fueron evaluados y aprobados por miembros del Capítulo Pediátrico, el Comité de Gestión, Control de Calidad y Scores, y el Comité de Bioética de la SATI. Este Comité eximió de la necesidad de contar con el consentimiento informado para el estudio al considerar las características observacionales del estudio, que los datos recolectados eran práctica de rutina en cada UCIP y por cumplir los requisitos de protección de los datos.

*Análisis estadístico:* Las variables cuantitativas continuas se expresaron como media  $\pm$  desvío estándar o mediana y rango intercuartilo (RI). Las variables cuantitativas discretas, como promedio y rango. Las variables categóricas fueron expresadas como frecuencias y porcentajes. Se utilizó la prueba de  $\chi^2$  para la comparación de las variables categóricas y el test U de Mann-Whitney para comparar las variables continuas por no presentar distribución normal. Se aceptó un valor

de  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo.

Se calculó la RME y su intervalo de confianza 95% (IC 95%) mediante el método Mid P.<sup>16</sup>

La calibración o grado de acuerdo entre el número de eventos predichos y observados se calculó utilizando la prueba de bondad de ajuste de Hosmer-Lemeshow en la población general y estratificada según deciles de riesgo.<sup>17</sup> La discriminación o capacidad del modelo para diferenciar los pacientes que fallecen de aquellos que sobreviven se evaluó calculando el área bajo la curva ROC (del inglés *Receiver Operating Characteristic*). Se estratificó la muestra por edad y grupos diagnósticos de ingreso para evaluar el funcionamiento del puntaje en estos subgrupos. La edad se categorizó utilizando la clasificación MeSH de Medline.<sup>18</sup> Para obtener una mayor precisión en el análisis, se dividió la categoría MESH infantes en 2 grupos: infantes 1 (1-11 meses) e infantes 2 (12-23 meses). El grupo Adolescentes se censuró a partir de los 16 años. Los grupos diagnósticos de ingreso se clasificaron en 6 subgrupos de acuerdo con los considerados en el trabajo original de PIM2. En cada subgrupo etario y categoría diagnóstica, se graficó el área bajo la curva ROC y la RME con sus respectivos IC 95%.

El tamaño muestral fue calculado sobre la base de la fórmula  $N = 10 k/p$ . “N” fue el mínimo número de casos por incluir; “k”, el número de variables independientes incluidas en el modelo de regresión logística PIM2; y “p”, la menor proporción de casos positivos esperados en la población (muertes). Considerando que el PIM2 está compuesto por 10 variables independientes y que la proporción de muertes esperada se estimó en 10% según datos previos del Programa SATI-Q, se calculó un tamaño muestral mínimo de 1000 pacientes.<sup>19</sup>

Se utilizaron los programas MS Excel XP, MS Access XP y STATA 10 IC para el análisis estadístico.

## RESULTADOS

Las 15 UCIP integrantes del Programa SATI-Q fueron invitadas a participar en el estudio; 9 de ellas aceptaron. Se excluyó 1 unidad por no enviar datos al finalizar el período del estudio. Se analizó la información registrada por 8 UCIP: 4 pertenecían a hospitales generales y 4 a hospitales pediátricos. El promedio de camas de las UCIP participantes fue de 16 (rango 7-25).

Se recolectaron datos de 3152 pacientes. Se

TABLA 1. Variables consideradas en el cálculo del Índice Pediátrico de Mortalidad 2 y ecuación utilizada para calcular la probabilidad de muerte

1. Admisión electiva<sup>(1)</sup> a la UCIP para monitoreo, procedimiento, revisión de ventilación mecánica, posoperatorio de la cirugía electiva: sí= 1; no= 0.
2. Respuesta pupilar a la luz:<sup>(2)</sup> > de 3 mm y fijas= 1; desconocida/otros= 0.
3. Asistencia respiratoria mecánica durante la primera hora de internación en la UCIP: sí= 1; no= 0. Incluye CPAP nasal o en máscara y en BiPAP.
4. Internación para la recuperación de cirugía o procedimiento como razón principal para la admisión en la UCIP: sí= 1; no= 0.
5. Admisión luego de un *bypass* cardíaco: sí= 1; no= 0.
6. Diagnóstico de bajo riesgo como causa principal de ingreso.<sup>(3)</sup>
7. Diagnóstico de alto riesgo conocido de alguna de las siguientes patologías:<sup>(4)</sup>
8. Presión sistólica (en mmHg): desconocida= 120. Regístrese 0 si el paciente está en paro cardíaco y 30 si está en *shock* o la tensión arterial es tan baja que no puede ser medida.
9.  $FiO_2 * 100 / PaO_2$ : desconocido= 0.
10. Exceso de bases en sangre arterial o capilar: desconocido= 0.

**Probabilidad de mortalidad =  $\exp. (r) / (1 + \exp. (r))$**

$r = \{0,01395 * [\text{abs. (TAS-120)}]\} + (3,0791 * \text{reacción pupilar}) + (0,2888 * (100 * FiO_2 / PaO_2)) + \{0,104 * [\text{abs. (exceso de bases)}]\} + (1,3352 * \text{AVM en la primera hora}) - (0,9282 * \text{admisión electiva}) - (1,0244 * \text{recuperación de la cirugía o procedimiento}) + (0,7507 * \text{recuperación de la cirugía cardiovascular con bomba}) + (1,6829 * \text{diagnóstico de alto riesgo}) - (1,577 * \text{diagnóstico de bajo riesgo}) - 4,8841.$

(1) Se considera admisión o cirugía electiva cuando se puede posponer más de 6 h sin provocar efectos adversos.

(2) Usada como indicador de función cerebral. No se registra un hallazgo como anormal si es por drogas, toxinas o lesión local.

(3) Incluye asma, bronquiolitis, crup, apnea obstructiva del sueño o cetoacidosis diabética.

(4) Incluye paro cardíaco previo a la admisión en la UCIP, inmunodeficiencia combinada grave, leucemia/linfoma después de la primera inducción, hemorragia cerebral espontánea, miocardiopatía o miocarditis, síndrome de hipoplasia de ventrículo izquierdo, infección por VIH, fallo hepático como principal razón para la admisión en la UCIP o presencia de desorden neurodegenerativo.

excluyeron del análisis 320 registros: 148 por presentar datos incompletos en las variables necesarias para el cálculo del PIM2; 132 por encontrarse fuera de los límites de edad del estudio; y 40 por falta de registro del diagnóstico de ingreso.

La calidad de los datos se evaluó en una muestra de registros elegida al azar. El sesgo en la probabilidad de muerte, estimado por la técnica de Bland-Altman, expresado como razón e IC 95%, fue de 0,95 (0,91–1,05), similar al informado por Slater en el trabajo original.

Se analizaron 2832 pacientes cuyas características se muestran en la *Tabla 2*. Se observaron 297 muertes (10,5%), mientras que el PIM2 predijo 246 (8,7%). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ).

La RME para toda la población fue 1,20 (IC 95%: 1,01-1,43). El 21,2% (63/297) de las muertes ocurrieron durante las 24 horas posteriores al ingreso a la UCIP. La mediana de estadía de los pacientes que fallecieron fue 6 días (RI: 2-13), mientras que, en los sobrevivientes, fue 4 días (RI: 2-10) ( $p = 0,02$ ).

La discriminación del PIM2 fue adecuada, ya que presentó un área bajo la curva ROC de 0,84 (IC 95%: 0,82-0,86) (*Figura 1*).

En la *Tabla 3*, se muestra la mortalidad observada y esperada en los diferentes deciles de riesgo, de acuerdo con la prueba de bondad

de ajuste de Hosmer-Lemeshow. Se observó una inadecuada calibración y se encontraron diferencias significativas ( $\chi^2 71,02$ ;  $df 8$ ;  $p < 0,001$ ) en la población general y en la mayoría de los deciles de riesgo de mortalidad.

La *Tabla 4* describe los resultados del análisis estratificado por categorías de edad y grupos diagnósticos. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de pacientes fallecidos observados y predichos en el grupo de pacientes adolescentes. Se observaron 37 muertes, mientras que el puntaje predijo 22 ( $p = 0,03$ ). La RME fue 1,66 (IC 95%: 1,2-2,29). En el análisis estratificado según diagnósticos de ingreso, el PIM2 predijo correctamente el número de muertes con excepción de los pacientes ingresados por patología respiratoria. En este grupo, se observaron más muertes que las predichas (105 vs. 81;  $p = 0,03$ ), con una RME de 1,29 (IC 95%: 1,06-1,56).

## DISCUSIÓN

Este estudio evaluó el funcionamiento del puntaje PIM2 en las UCIP integrantes del Programa SATI-Q en Argentina.

Los resultados obtenidos mostraron una buena capacidad del puntaje para diferenciar los pacientes que sobrevivían de aquellos que fallecían: el área bajo la curva ROC fue 0,84, comparado con un valor de 0,90 obtenido en la población original.<sup>11</sup> Sin embargo, el modelo no calibró correctamente. Se observó mayor cantidad de muertes que las predichas en la mayoría de los intervalos de riesgo.

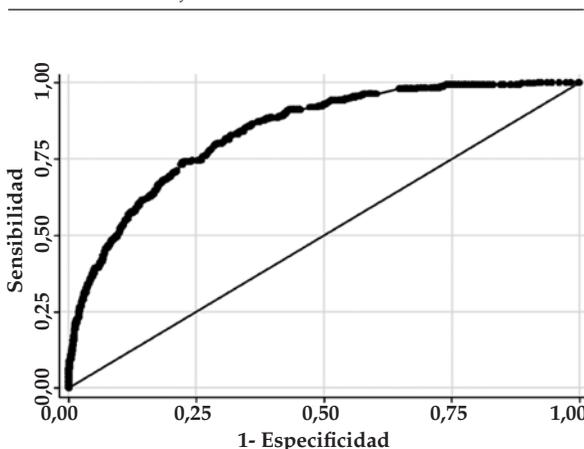
Tabla 2. Características generales de la población

Pacientes (n)	2832
Sexo masculino, n (%)	1652 (58,3)
Edad en meses (mediana; RI)	29 (8-101)
Grupos etarios, n (%)	
Infantes 1 (1-11 meses)	945 (33,4)
Infantes 2 (12-23 meses)	366 (12,9)
Preescolares (2-5 años)	472 (16,7)
Menores (6-12 años)	671 (23,7)
Adolescentes (13-16 años)	378 (13,3)
Grupos diagnósticos de ingreso, n (%)	
Causa externa	357 (12,6)
Cardiológico	178 (6,3)
Neurológico	283 (10,0)
Respiratorio	846 (29,9)
Otros	344 (12,1)
Posquirúrgico (no cardiocirugía)	824 (29,1)
Pacientes en ARM, n (%)	1383 (48,8)
Estadía en días (mediana, RI)	4 (2-10)
Pacientes con estadía menor de 24 h, n (%)	567 (20)

ARM: asistencia respiratoria mecánica.

RI: rango intercuartilo.

Figura 1. Área bajo la curva ROC



Área bajo la curva ROC= 0,8392.

La falta de calibración del PIM2 en la población estudiada puede ser interpretada teniendo en cuenta características particulares de nuestros pacientes y su evolución. Por un lado, en los distintos trabajos internacionales en los que se validó el PIM2,<sup>14</sup> cerca del 40% de las muertes ocurrían en las primeras 24 horas de internación. En nuestra población, solo el 21,2% de los pacientes fallecieron durante ese período y su estadía fue significativamente mayor que la de los sobrevivientes. Si bien el PIM y el PRISM, en sus distintas versiones, son modelos generados para predecir la muerte, su capacidad predictiva y ajuste empeoran con la mayor estadía del paciente en la UCIP. Visser

et al.<sup>20</sup> evaluaron el funcionamiento de ambos puntajes y sus distintas versiones en un estudio multicéntrico en Dinamarca y encontraron que todos los modelos calibraron en forma adecuada para los pacientes egresados de la UCIP durante los primeros 6 días. En cambio, la mortalidad observada fue significativamente mayor que la predicha (RME > 1) en pacientes con estadía superior. En función de estos datos, la falta de calibración observada en nuestra población podría ser explicada, en parte, debido a que los pacientes no fallecieron en las primeras horas o días de la internación, sino tardíamente, durante su estadía en la UCIP. Es probable que nuestros pacientes presenten factores de riesgo distintos

TABLA 3. Prueba de bondad de ajuste Hosmer-Lemeshow para deciles de riesgo de mortalidad:  $\chi^2$  71,02; 8 df;  $p < 0,001$

Grupo de riesgo	Prob.	n	Muertes observadas	Muerte esperadas	Sobrevivientes observados	Sobrevivientes esperados
1	0,002	285	1	0,4	284	284,6
2	0,004	283	1	0,8	282	282,2
3	0,009	286	4	1,8	282	284,2
4	0,013	282	8	2,9	274	279,1
5	0,020	282	12	4,7	270	277,3
6	0,043	282	18	8,9	264	273,1
7	0,070	294	32	16,7	262	277,3
8	0,11	282	38	24,8	244	257,2
9	0,23	273	61	43,0	212	230
10	0,99	283	122	142,0	161	141

Prob.: probabilidad máxima del intervalo de riesgo.

TABLA 4. Calibración y discriminación del modelo estratificado por edad y grupo diagnóstico de ingreso

	n	Muertes observadas n (%)	Muertes esperadas n (%)	RME (IC 95%)	AUC ROC (IC 95%)	p
<i>Grupo etario</i>						
Infantes 1	945	112 (11,9)	102 (10,8)	1,10 (0,9-1,36)	0,76 (0,72-0,81)	0,32
Infantes 2	366	33 (9,0)	31 (8,6)	1,06 (0,74-1,47)	0,80 (0,72-0,87)	0,72
Preescolares	472	53 (11,2)	43 (9,2)	1,23 (0,93-1,6)	0,88 (0,83-0,92)	0,13
Menores	671	62 (9,2)	48 (7,1)	1,29 (0,87-1,92)	0,89 (0,86-0,93)	0,09
Adolescentes	378	37 (9,8)	22 (5,9)	1,66 (1,20-2,29)	0,87 (0,82-0,92)	0,001
<i>Grupo diagnóstico de ingreso</i>						
Causa externa	357	31 (8,6)	34 (9,5)	0,91 (0,63-1,27)	0,90 (0,83-0,97)	0,60
Cardiológico	178	36 (20,2)	29 (16,3)	1,24 (0,88-1,70)	0,81 (0,74-0,88)	0,19
Neurológico	283	40 (14,1)	31 (11,3)	1,29 (0,93-1,74)	0,78 (0,70-0,86)	0,10
Respiratorio	846	105 (12,4)	81 (9,2)	1,29 (1,06-1,56)	0,69 (0,64-0,75)	0,007
Otros	344	68 (19,7)	56 (16,3)	1,20 (0,55-1,53)	0,83 (0,78-0,88)	0,10
Posquirúrgico (no cardiocirugía)	824	17 (2,1)	15 (1,7)	1,13 (0,68-1,77)	0,90 (0,85-0,95)	0,60

RME: razón de mortalidad estandarizada; AUC ROC: área bajo la curva ROC; IC: intervalo de confianza.

p: valor de p correspondiente al  $\chi^2$  calculado como (Observados - Esperados) <sup>2</sup> / Esperados con un grado de libertad.

a los considerados para el cálculo del PIM2, como otras comorbilidades, que puedan estar relacionadas con la mortalidad tardía en la UCIP.

El funcionamiento del PIM2 en el análisis de subgrupos realizado mostró un comportamiento semejante al observado en la población general. Las principales diferencias encontradas entre nuestros resultados y los informados en el estudio original del PIM2 se resumen en la *Tabla 5*. Si bien se encontró una buena discriminación en todos los grupos etarios, la calibración no fue adecuada en los pacientes adolescentes. Se observaron más muertes que las estimadas por el puntaje (37 vs. 22;  $p=0,03$ ). Esta diferencia podría ser explicada dado que la edad no es una variable incluida en el cálculo del puntaje, a pesar de que los adolescentes son distintos en muchos aspectos de los adultos o preadolescentes.<sup>21,22</sup>

Al analizar el funcionamiento del PIM2 estratificado por grupos diagnósticos de ingreso, se observó una buena discriminación en todas las categorías, excepto en los pacientes con diagnóstico de ingreso respiratorio. La calibración también evidenció diferencias significativas entre las muertes observadas y las esperadas en este grupo (105 vs. 81;  $p=0,03$ ). Los pacientes con patologías respiratorias de nuestra población fueron más graves que los incluidos en la muestra original (mortalidad esperada de 9,2% vs. 3,9%).<sup>11</sup> Esta característica se mantuvo en años posteriores según muestra el análisis de *benchmarking* realizado para SATI-Q en el año 2010,<sup>23</sup> que informa, para los pacientes del grupo respiratorio, una mortalidad observada idéntica a la comunicada en 2009 (12%). Si bien la mayor gravedad de los pacientes al momento del ingreso no explica por sí misma la falta de calibración del puntaje, es necesario considerarla al describir la población estudiada. Es probable que los

pacientes que ingresan por patología respiratoria en nuestra población tengan características que los diferencien de la población original y presenten comorbilidades no consideradas en el cálculo del PIM2. En este contexto, es posible que el diagnóstico de bronquiolitis, considerado de bajo riesgo para los pacientes de Australia e Inglaterra, presente un riesgo distinto en nuestro medio e implique mayor mortalidad.

En nuestra población, se produjeron 51 muertes más que las predichas por el puntaje. La RME fue 1,20 (IC 95%: 1,01-1,43). Una interpretación posible de este dato sería considerar que el puntaje PIM2 no es adecuado para nuestra población ya que su calibración no es buena porque muestra diferencias significativas entre la mortalidad observada y la esperada por el puntaje. Sería posible mejorar la calibración del PIM2 generando nuevos coeficientes locales para el modelo de regresión logística. Esta modificación permitiría una mejor capacidad predictiva del puntaje en nuestro contexto; sin embargo, afectaría la comparación con estándares internacionales. Además, no es posible excluir que la calidad de cuidados críticos brindados en las UCIP de Argentina sea menos efectiva que la atención brindada en las Unidades en que se generó el PIM2, en función de la inversión destinada al sector salud y a una mayor limitación en los recursos tecnológicos y humanos. En este sentido, dos estudios previamente realizados en el país, en UCIP individuales, informaron también una inadecuada calibración del PIM2.<sup>24,25</sup> De acuerdo con una categorización por recursos disponibles en cuidados intensivos,<sup>26</sup> Argentina podría considerarse como una nación en desarrollo industrial con capacidad de brindar cuidados dependientes de equipamiento, como respiradores, accesos venosos centrales o bombas

Tabla 5. Principales resultados de este estudio (n: 2832) comparado con la muestra original del índice pediátrico de mortalidad 2 (n: 20 787)

	Este estudio	Muestra original de PIM2 <sup>11</sup>
<b>Mortalidad</b>		
n (%)	297 (10,5)	1104 (5,3)
RME (IC 95%)	1,2 (1,01-1,43)	1,00 (0,95-1,05)
<b>Grupo diagnóstico respiratorio</b>		
n (%)	846 (30)	4480 (21)
RME (IC 95%)	1,29 (1,06-1,56)	0,90 (0,60-1,20)
<b>Grupo Adolescentes</b>		
n (%)	378 (13,3)	3110 (14,9)
RME (IC 95%)	1,66 (1,2-2,29)	1,17 (0,77-1,56)

PIM2: índice pediátrico de mortalidad 2; RME: razón de mortalidad estandarizada; IC: intervalo de confianza.

de infusión, a todo niño crítico (categoría C). El PIM2 original fue desarrollado en naciones con categoría D, que implica un sistema organizado de transporte y disponibilidad de terapias extracorpóreas. Esta diferente disponibilidad de recursos y sistemas de salud entre ambos escenarios podría ser también una explicación para la falta de funcionamiento del puntaje.

Si bien una limitación de este estudio es que no han sido incluidas todas las UCIP argentinas, entendemos que la muestra es representativa para validar el PIM2 en nuestro medio, ya que incluye Unidades receptoras de derivaciones nacionales o provinciales localizadas en los principales hospitales pediátricos y hospitales generales académicos ubicados en distintas regiones del país.

Por otro lado, si bien existen otros puntajes de riesgo de mortalidad de publicación más reciente, como el PIM3,<sup>27</sup> su uso no se ha implementado aún en Argentina, y es necesaria su validación en contextos distintos a los de la población original.

## CONCLUSIONES

El puntaje PIM2 ha sido evaluado en Argentina. Aunque el grado de acuerdo entre las muertes observadas y las predichas no fue adecuado, la capacidad para diferenciar aquellos pacientes que sobrevivían de los que fallecían fue buena. Es posible utilizar el puntaje PIM2 en Argentina, pero al interpretar los resultados, es necesario considerar la RME local, ya que el puntaje subvalora el riesgo de muerte en nuestra población en forma global, especialmente en los pacientes ingresados por patologías respiratorias y en los adolescentes. ■

## Agradecimientos

Dedicamos este protocolo a la memoria del Dr. Julio Farías (1953–2012), respetado maestro de la Terapia Intensiva Pediátrica en Argentina y Latinoamérica y promotor clave en la participación de las Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos en el Programa SATI-Q y en su desarrollo.

Agradecemos al Dr. Néstor Vain y al Dr. Luis Prudent (FUNDASAMIN) por la revisión crítica de este manuscrito y al Dr. Fernando Althabe (Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria) por su asesoramiento estadístico.

Extendemos también nuestro agradecimiento a los miembros del Grupo Argentino de Validación de PIM2 (VALIDARPIM2), quienes estuvieron a cargo del registro de los datos: Iolster, T.;

Torres, S. (Hospital Universitario Austral, Buenos Aires); Vargas, A. J. (Hospital de Niños Ricardo Gutiérrez, Ciudad Autónoma de Buenos Aires); Milano, H. A.; Vigovich, M. N. (Hospital de Niños Sor María Ludovica de la Plata, Buenos Aires); Botta, P.; Jerez, F.; Chávez, M.; Marcos, L. (Hospital del Niño Jesús de Tucumán, Tucumán); Busso, L.; Figuepron, K. (Hospital El Cruce Dr. Néstor Carlos Kirchner, Alta Complejidad en Red, Buenos Aires); Albano, L. (Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas, Buenos Aires); Español, S. F.; Jabornisky, R. (Hospital Pediátrico Juan Pablo II, Corrientes).

## REFERENCIAS

1. Campos-Miño S, Sasbón JS, von Dessauer B. Los cuidados intensivos pediátricos en Latinoamérica. *Med Intensiva* 2012;36(1):3-10.
2. Cueto G, Torres Boden M. Scores utilizados en Terapia Intensiva. En: Sociedad Argentina de Terapia Intensiva, ed. *Terapia intensiva*. 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2007. Págs.1095-209.
3. Prieto Espuñes S, López-Herce Cid J, Rey Galén C, Medina Villanueva A, et al. Índices pronósticos de mortalidad en cuidados intensivos pediátricos. *An Pediatr (Barc)* 2007;66(4):345-50.
4. Ratto ME, Saligari L. Escores de riesgo de mortalidad en cuidados intensivos pediátricos. En: Sociedad Argentina de Terapia Intensiva, ed. *Terapia intensiva*. 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2007. Págs.1209-13.
5. Marcin JP, Pollack MM. Review of the methodologies and applications of scoring systems in neonatal and pediatric intensive care. *Pediatr Crit Care Med* 2000;1(1):20-7.
6. Slonim AD, Pollack MM. Integrating the Institute of Medicine's six quality aims into pediatric critical care: relevance and applications. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6(3):264-9.
7. Scanlon MC, Mistry KP, Jeffries HE. Determining pediatric intensive care unit quality indicators for measuring pediatric intensive care unit safety. *Pediatr Crit Care Med* 2007;8(2 Suppl):S3-10.
8. Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Programa de calidad de atención en UTI-SATI-Q. Buenos Aires: SATI; 2014. [Acceso: 28 de febrero de 2014]. Disponible en: <http://www.hardineros.com.ar/satiq/site/contenido/1>.
9. Pollack MM, Ruttimann UE, Getson PR. Pediatric risk of mortality (PRISM) score. *Crit Care Med* 1988;16(11):1110-6.
10. Shann F, Pearson G, Slater A, Wilkinson K. Paediatric index of mortality (PIM): a mortality prediction model for children in intensive care. *Intensive Care Med* 1997;23(2):201-7.
11. Slater A, Shann F, Pearson G. PIM2: a revised version of the Paediatric Index of Mortality. *Intensive Care Med* 2003;29(2):278-85.
12. Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE. PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score. *Crit Care Med* 1996;24(5):743-52.
13. Slater A, Shann F. The suitability of the Pediatric Index of Mortality (PIM), PIM2, the Pediatric Risk of Mortality (PRISM), and PRISM III for monitoring the quality of pediatric intensive care in Australia and New Zealand. *Pediatr Crit Care Med* 2004;5(5):447-54.
14. Wolfler A, Silvani P, Musicco M, Salvo I. Pediatric Index of Mortality 2 score in Italy: a multicenter, prospective, observational study. *Intensive Care Med* 2007;33(8):1407-13.

15. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1(8476):307-10.
16. Miettinen O. Estimability and estimation in case-referent studies. *Am J Epidemiol* 1976;103(2):226-35.
17. Lemeshow S, Hosmer DW Jr. A review of goodness of fit statistics for use in the development of logistic regression models. *Am J Epidemiol* 1982;115(1):92-106.
18. MeSH Descriptor Data [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; 2014. [Acceso: 28 de febrero de 2014] Disponible en: [http://www.nlm.nih.gov/cgi/mesh/2014/MB\\_cgi?term=Age%20Groups](http://www.nlm.nih.gov/cgi/mesh/2014/MB_cgi?term=Age%20Groups)
19. Peduzzi P, Concato J, Kemper E, Holford TR, et al. A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *J Clin Epidemiol* 1996;49(12):1373-9.
20. Visser IH, Hazelzet JA, Albers MJ, Verlaet CW, et al. Mortality prediction models for pediatric intensive care: comparison of overall and subgroup specific performance. *Intensive Care Med* 2013;39(5):942-50.
21. Degli Atti ML, Cuttini M, Rava L, Rinaldi S, et al. Performance of the pediatric index of mortality 2 (PIM-2) in cardiac and mixed intensive care units in a tertiary children's referral hospital in Italy. *BMC Pediatr* 2013;13:100.
22. Fraser J, Campbell M. Teenagers in intensive care: adult or paediatric ICU? *Paediatr Child Health* 2007;17(11):454-9.
23. Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Informe de SATI-Q para pacientes pediátricos. Años 2009-2010. Buenos Aires: SATI; 2014. [Acceso: 31 de marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.hardineros.com.ar/satiq/site/novedades/42>
24. Eulmesekian PG, Perez A, Minces PG, Ferrero H. Validation of pediatric index of mortality 2 (PIM2) in a single pediatric intensive care unit of Argentina. *Pediatr Crit Care Med* 2007;8(1):54-7.
25. Canonero I, Figueroa A, Cacciamano A, Olivier E, et al. Validación de los puntajes de mortalidad PRISM y PIM2 en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de Córdoba. *Arch Argent Pediatr* 2010;108(5):427-33.
26. Kissoon N, Carcillo JA, Espinosa V, Argent A, et al. World Federation of Pediatric Intensive Care and Critical Care Societies: Global Sepsis Initiative. *Pediatr Crit Care Med* 2011;12(5):494-503.
27. Straney L, Clements A, Parslow RC, Pearson G, et al. Paediatric index of mortality 3: an updated model for predicting mortality in pediatric intensive care. *Pediatr Crit Care Med* 2013;14(7):673-81.