

# Valor pronóstico de la puntuación PIM (índice pediátrico de mortalidad) y del ácido láctico en niños críticamente enfermos

C. García Sanz, M. Rupérez Lucas, J. López-Herce Cid, D. Vigil Escribano y G. Garrido Cantarero

Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos. Unidad de Investigación. Servicio de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

## Objetivo

Estudiar y comparar el valor pronóstico de la puntuación índice pediátrico de mortalidad (PIM) y el ácido láctico en el momento de ingreso en una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP).

## Pacientes y métodos

Se realizó un estudio prospectivo en 500 pacientes consecutivos, 237 niñas (47,4%) y 263 niños (52,6%), con una edad media de  $51,5 \pm 59,7$  meses (límites, 3 días-18 años) ingresados en una UCIP. A su ingreso se determinó la puntuación PIM y el ácido láctico en sangre. Se estudió la capacidad predictiva de ambos parámetros en relación a la mortalidad y a la duración de ingreso en la UCIP.

## Resultados

Fallecieron 36 pacientes (el 7,2%). La probabilidad media de muerte de los pacientes fallecidos según la fórmula PIM fue de  $23,6\% \pm 28,9$ , significativamente superior a la de los supervivientes  $3,4\% \pm 7,3$  ( $p < 0,001$ ). El área bajo la curva ROC para el PIM fue de  $0,81 \pm 0,03$  (intervalo de confianza al 95% [IC 95%], 0,74-0,89). La concentración de ácido láctico en los pacientes fallecidos fue de  $4,9 \pm 3,5$  mmol/l, significativamente superior a la de los supervivientes,  $1,9 \pm 1,5$  mmol/l ( $p < 0,001$ ). El área bajo la curva ROC para el ácido láctico fue de  $0,76 \pm 0,04$  (IC 95%, 0,67-0,85), sin que existan diferencias estadísticamente significativas entre ambas curvas ROC. En los supervivientes se encontró relación entre la puntuación PIM y la duración del ingreso, mientras que en los pacientes fallecidos existió una relación inversa entre la concentración de ácido láctico y la duración del ingreso en la UCIP.

## Conclusiones

Tanto la puntuación PIM como el ácido láctico tienen un aceptable valor pronóstico al ingreso del niño críticamente en la UCIP. La capacidad predictiva de la puntuación

PIM es mayor pero es más complicada de obtener, mientras que el ácido láctico es rápido y sencillo.

## Palabras clave:

*Pronóstico. Gravedad. Mortalidad. Cuidados intensivos pediátricos. Niños críticamente enfermos. Ácido láctico. Índice pediátrico de mortalidad.*

## PROGNOSTIC VALUE OF THE PEDIATRIC INDEX OF MORTALITY (PIM) SCORE AND LACTATE VALUES IN CRITICALLY-ILL CHILDREN

### Objective

To analyze and compare the prognostic value of the pediatric index of mortality (PIM) score and lactate values on admission to a pediatric intensive care unit (PICU).

### Patients and methods

We performed a prospective study of 500 consecutive children: 237 girls (47.4%) and 263 boys (52.6%) with a mean age of  $51.5 \pm 59.7$  (range: 3 days-18 years) admitted to our PICU. PIM scores and blood lactate concentrations were determined on admission. The predictive ability of PIM and lactate concentrations in relation to mortality and length of stay in the PICU were analyzed.

### Results

Thirty-six patients (7.2%) died. According to the PIM score, the mean probability of death in children who died was  $23.6\% \pm 28.9$ , which was significantly higher than that in surviving children ( $3.4\% \pm 7.3$ ;  $p < 0.001$ ). The area under the ROC curve for PIM was  $0.81 \pm 0.03$  (95% CI: 0.74-0.89). Lactate level in nonsurvivors was  $4.9 \pm 3.5$  mmol/L, which was significantly higher than that in survivors ( $1.9 \pm 1.5$  mmol/L;  $p < 0.001$ ). The area under the ROC curve for blood lactate was  $0.76 \pm 0.04$  (95% CI: 0.67-0.85). No statistically significant differences were

**Correspondencia:** Dr. J. López-Herce Cid.  
Arzobispo Morcillo, 52, 9º C. 28029 Madrid. España.  
Correo electrónico: pielvi@eresmas.net

Recibido en mayo de 2002.

Aceptado para su publicación en julio de 2002.

**found between either ROC curves. In survivors, a significant relationship was found between PIM score and length of stay in the PICU while in nonsurvivors an inverse relationship was found between blood lactate concentrations and length of stay.**

### Conclusions

**Both PIM score and blood lactate concentrations on admission to the PICU have a moderate prognostic value in critically-ill children. The prognostic value of the PIM score is greater than that of blood lactate concentration but is more difficult to obtain, whereas blood lactate determination is fast and easy.**

### Key words:

**Prognosis. Severity. Mortality. Pediatric intensive care. Critically-ill children. Lactate. Pediatric index of mortality.**

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de valoración de gravedad son medios de cuantificar objetivamente la situación clínica del paciente. Sirven para predecir el pronóstico, para evaluar y comparar la eficacia y eficiencia de distintos tratamientos o unidades de cuidados intensivos y para relacionar la gravedad de la enfermedad con el coste y la duración del ingreso en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP)<sup>1,2</sup>. Los sistemas de valoración más utilizados están basados en el análisis del estado fisiológico del paciente y la existencia de factores clínicos de riesgo<sup>3,4</sup>. Las puntuaciones de gravedad clínica más utilizadas son el Acute Physiologically and Chronic Health Evaluation (APACHE) en el adulto<sup>5</sup>, Score for Neonatal Acute Physiology (SNAP) en el neonato<sup>6</sup> y Pediatric Risk of Mortality (PRISM)<sup>3,7,8</sup> en el niño. Estas puntuaciones de gravedad se han desarrollado basándose en que, en general, los niños que tienen variables fisiológicas más alteradas son los que tienen más probabilidades de morir. Otras puntuaciones de gravedad diseñadas para estudiar a pacientes con sepsis meningocócica<sup>9,10</sup> o hemorragia digestiva<sup>11</sup> también clasifican bien a los pacientes críticos porque valoran la gravedad, al igual que el índice de fallo multiorgánico<sup>12</sup>. Otros sistemas de valoración como el Therapeutic Intervention Scoring System (TISS)<sup>13</sup> estiman la gravedad del paciente a partir de la necesidad de intervenciones terapéuticas. Estos sistemas sirven también para cuantificar los cuidados que precisa el paciente y deducir la cantidad de personal necesario para tratar al paciente crítico, pero presentan la limitación que la puntuación varía según los medios técnicos que disponga cada unidad de cuidados intensivos.

En niños el sistema de valoración de gravedad más utilizado es el PRISM<sup>7,8,14</sup>, que requiere la puntuación de los valores más alterados de 17 variables y 6 factores de riesgo, durante las primeras 24 h de ingreso en la UCIP. Sin embargo, el PRISM tiene algunos inconvenientes, ya que las variables fisiológicas durante las primeras 24 h de ingreso en la UCIP pueden estar afectadas por el manejo

inicial del paciente en la UCIP. Así, es posible que niños con la misma gravedad al diagnóstico que ingresan en una UCIP de alta calidad, y que son tratados mejor y más rápidamente, tengan una puntuación PRISM en las primeras 24 h menor que los mismos niños que ingresan en una UCIP con menor calidad de asistencia. El PRISM-III puede ser determinado a las 12 h del ingreso, pero es más complicado que la versión anterior y sólo se consigue previo pago<sup>8</sup>. Por otra parte, aunque muchos de los datos recogidos en el PRISM-III son los del ingreso, porque generalmente es cuando las variables fisiológicas están más alteradas, en los pacientes que empeoran y fallecen durante las primeras 24 h del ingreso las variables fisiológicas van alterándose según el paciente va empeorando y, en general, las más alteradas son las inmediatas al fallecimiento. En estos pacientes al seleccionar las peores variables durante las primeras 12 a 24 h la puntuación PRISM es mucho más alta y, por tanto, su capacidad teórica de predicción de mortalidad también. Sin embargo, su utilidad real es nula, ya que en estos pacientes el PRISM sólo va a certificar la gravedad en el momento de morir, pero no sirve para predecir el riesgo. En algunos estudios hasta el 40% de los pacientes que fallecieron en la UCIP lo hicieron en las primeras 24 h de ingreso en la misma, lo que disminuye la utilidad del PRISM<sup>15,16</sup>.

El Paediatric Index of Mortality (PIM) es un nuevo sistema de valoración pronóstica más sencillo que el PRISM<sup>15,17</sup>. Las ventajas de la puntuación PIM es que sólo utiliza 8 variables, la recogida de los datos es rápida y sencilla, ya que sólo precisa la toma de datos del diagnóstico del paciente, exploración física, presión arterial y una gasometría, y su determinación se realiza en la primera hora de ingreso del paciente en la UCIP. Algunos estudios han demostrado que la capacidad predictiva del PIM es similar a la del PRISM<sup>14,15,18</sup>. Un posible inconveniente del PIM es la variabilidad de la primera medida de las constantes fisiológicas al ingreso en la UCIP<sup>3</sup>, pero su mayor dificultad es que para el cálculo de la probabilidad de muerte hay que aplicar una fórmula matemática compleja.

El ácido láctico es un producto de degradación del pirúvico que aumenta en situaciones de isquemia-hipoxia tisular. Diversos estudios, tanto en adultos<sup>19-26</sup>, como en niños<sup>16,27-29</sup> y recién nacidos<sup>30</sup> en situación crítica han encontrado que los niveles de ácido láctico al ingreso del paciente en la UCIP y su evolución tienen una buena correlación con el riesgo de muerte.

El objetivo de nuestro estudio ha sido analizar la utilidad pronóstica del PIM en una unidad de cuidados intensivos pediátricos española y comparar su eficacia con la del ácido láctico en el momento del ingreso de los pacientes en la UCIP.

## PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo en el que se incluyeron en el estudio 500 pacientes ingresados en nuestra

TABLA 1. Índice pediátrico de mortalidad

Recoger los datos durante la primera hora de ingreso del paciente y anotar el primer valor de cada variable recogida a su ingreso		
<b>1. Ingreso programado:</b>	<b>Sí 1</b>	<b>No 0</b>
[Ingreso programado: ingreso tras cirugía programada, para canalización de vías centrales, monitorización o revisión de ventilación a domicilio]		
<b>2. Diagnósticos específicos</b>		
Ninguno		0
Alguno de los siguientes diagnósticos		1
Parada cardíaca fuera del hospital		
Inmunodeficiencia combinada grave		
Leucemia o linfoma después de la primera inducción		
Hemorragia cerebral		
Miocardopatía o miocarditis		
Ventrículo izquierdo hipoplásico		
Infección por VIH		
Cociente intelectual < 35 (peor que síndrome de Down)		
Enfermedad neurodegenerativa		
<b>3. Respuesta de las pupilas a la luz</b>		
Dilatadas (> 3 mm) y fijas las dos		1
Pupilas en otra situación		0
Desconocido		0
[No valorar si la alteración de las pupilas es secundaria a fármacos, toxinas o traumatismos locales del ojo]		
<b>4. Exceso de bases en sangre arterial o capilar</b>		
Exceso de bases en mmol/l		—
Desconocido		0
<b>5. PaO<sub>2</sub>:</b>		
PaO <sub>2</sub> en mmHg		—
Desconocido		0
<b>6. FiO<sub>2</sub> vía endotraqueal al tiempo de la medición de la PaO<sub>2</sub>:</b>		
FiO <sub>2</sub>		—
Desconocido		0
[Calcular índice FiO <sub>2</sub> /PaO <sub>2</sub> : FiO <sub>2</sub> × 100/PaO <sub>2</sub> ]		
<b>7. Presión arterial sistólica</b>		
PAS mmHg		—
Desconocida		120
<b>8. Ventilación mecánica durante la primera hora en UCIP</b>		
Sí: 1 No: 0		
<b>9. Evolución en la UCIP</b>		
Fallece en la UCIP		
Vivo al alta de la UCIP		
<b>Otros datos:</b> edad, diagnóstico, días de ingreso en UCIP, intubación en cualquier momento durante su ingreso en UCIP (sí = 1, no = 0)		
<b>Cálculo del logit PIM:</b> (-1,552 × ingreso programado) + (1,826 × diagnóstico específico) + (2,357 × pupilas) + (0,071 × EB) + (0,415 × FiO <sub>2</sub> × 100/PaO <sub>2</sub> ) + (0,021 × [TAS-120]) + (1,342 × ventilación mecánica) - 4,873		
<b>Probabilidad de muerte:</b> = (e <sup>Logit</sup> /1 + e <sup>-Logit</sup> ) × 100 = porcentaje de mortalidad		

FiO<sub>2</sub>: fracción inspiratoria de oxígeno; PaO<sub>2</sub>: presión parcial arterial de oxígeno; VIH: virus de la inmunodeficiencia humana; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos; logit: logaritmo.

unidad en los años 1999 y 2000 y que estuvieron ingresados al menos 24 h en la UCIP. Se excluyeron los pacientes que ingresaban sólo para observación o monito-

rización transitoria tras cateterismo, cirugía o para realizar técnicas especiales como canalización venosa central, ecocardiografía transesofágica o fibrobroncoscopia y que estuvieron ingresados menos de 24 h. Sin embargo, se incluyeron los pacientes que fallecieron en las primeras 24 h de su ingreso.

Al ingreso de los pacientes se calculó la puntuación PIM de probabilidad de mortalidad de acuerdo a la tabla 1, recogiendo los datos durante la primera hora del ingreso y se determinó la concentración de ácido láctico en sangre total arterial o venosa en la propia unidad de cuidados intensivos pediátricos en el aparato IL synthesis<sup>TM</sup> 45 (Instrumentation Laboratory). Además, se recogieron otros datos como la edad, el sexo, la causa de ingreso, la duración de ingreso en la UCIP y la mortalidad.

Se realizó análisis estadístico de los resultados describiendo las variables cuantitativas en media, desviación estándar y mediana y las variables cualitativas en porcentajes. Para establecer la capacidad predictiva de la puntuación PIM y del ácido láctico y definir el mejor punto de corte de este último, se calcularon sus correspondientes curvas de características operativas para el receptor (ROC), determinando la sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo y valor predictivo negativo para distintos valores, comparando las áreas bajo la curva según el método descrito por Hanley y McNeil<sup>31</sup>. Para examinar asociaciones entre determinadas variables y las puntuaciones (PIM y ácido láctico) se ha utilizado la U de Mann-Whitney y el coeficiente de correlación (r) de Spearman. Se consideró significativa una p < 0,05. Para el análisis se ha utilizado el programa estadístico SPSS para Windows (versión 9.0).

## RESULTADOS

Se estudiaron 500 pacientes, 237 niñas (47,4%) y 263 niños (52,6%), con una edad media de 51,5 ± 59,7 meses (límites, 3 días-18 años). Fallecieron 36 pacientes (el 7,2%). La mortalidad de la serie fue significativamente mayor que la global de la UCIP durante el período de estudio (3,2%), ya que se eliminaron los pacientes ingresados durante menos de 24 h y que no fallecieron.

La mortalidad esperada en los 500 pacientes según el PIM fue de 4,8 ± 11,6%. La probabilidad media de muerte de los pacientes fallecidos según la fórmula PIM fue de 23,6 ± 28,9%, significativamente superior a la de los supervivientes 3,4 ± 7,3% (p < 0,001). El área bajo la curva ROC para el PIM fue de 0,81 ± 0,03 (intervalo de confianza al 95% [IC 95%], 0,74-0,89) (fig. 1). La tabla 2 recoge el valor predictivo positivo y negativo del PIM para los diferentes riesgos de mortalidad. La capacidad predictiva del PIM fue similar para todas las edades y grupos diagnósticos, aunque ligeramente inferior para los grupos diagnósticos cardíaco y postoperatorio de cirugía cardíaca (tablas 3 y 4).

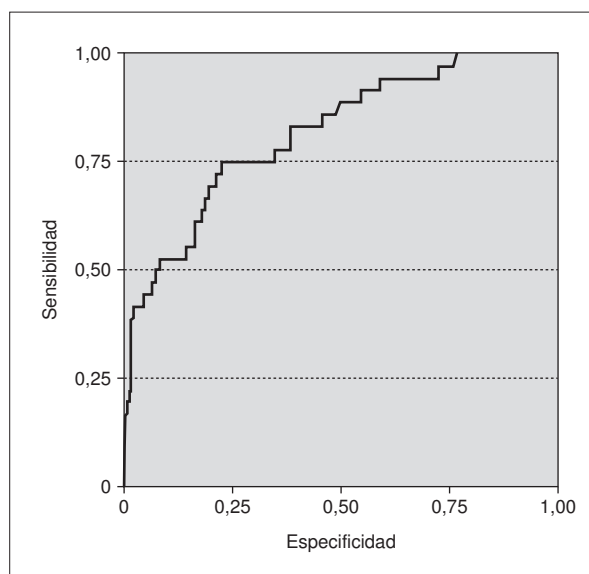
La concentración media de ácido láctico fue de 2,1 ± 1,9 mmol/l. La concentración de ácido láctico en los

pacientes fallecidos fue de  $4,9 \pm 3,5$  mmol/l, significativamente superior a la de los supervivientes  $1,9 \pm 1,5$  mmol/l ( $p < 0,001$ ). El área bajo la curva ROC para el ácido láctico fue de  $0,76 \pm 0,04$  (IC 95%, 0,67-0,85) (fig. 2). El punto de corte de máxima sensibilidad y especificidad fue una concentración de ácido láctico de 3,7 mmol/l (sensibilidad 55,9%, especificidad 91,2%). La tabla 2 recoge el valor predictivo positivo y negativo del ácido láctico. La capacidad predictiva del ácido láctico para cada uno de los grupos diagnósticos y edades se recoge en las tablas 3 y 4. La capacidad predictiva del ácido láctico fue menor en los niños de 5 a 9 años. La capacidad predictiva fue mejor para los pacientes con parada cardiorrespiratoria, sepsis y postoperatorio de cirugía cardíaca que para los pacientes oncológicos, cardíacos y respiratorios. Existió una baja correlación (0,252), aunque estadísticamente significativa, entre la concentración de ácido láctico y el PIM ( $p < 0,001$ ). La capacidad predictiva del PIM fue algo mejor que la del ácido láctico, aunque sin diferencias estadísticamente significativas entre ambas curvas ROC.

La duración de ingreso en UCIP fue similar en los pacientes fallecidos ( $10,4 \pm 18,7$  días), que en los supervivientes ( $9,1 \pm 25,6$ ), aunque 14 de los 36 pacientes fallecidos lo hicieron durante las primeras 24 h de ingreso en la UCIP. Existió una correlación baja, pero estadísticamente significativa, entre la puntuación PIM y la duración del ingreso en la UCIP, tanto cuando se analizan los 500 pacientes globalmente ( $r = 0,211$ ;  $p < 0,001$ ), como al analizar sólo los supervivientes ( $r = 0,272$ ;  $p < 0,001$ ). En los pacientes fallecidos existió una relación inversa entre la concentración de ácido láctico y la duración del ingreso en la UCIP, coeficiente de correlación  $-0,457$  ( $p < 0,005$ ), mientras que en los supervivientes no existió relación entre la concentración del ácido láctico y la duración del ingreso en la UCIP.

## DISCUSIÓN

El análisis de nuestros resultados demuestra que tanto la puntuación PIM como el ácido láctico tienen una aceptable capacidad pronóstica en niños críticamente enfermos. La capacidad predictiva del PIM en nuestro estudio (área bajo la curva de 0,81) fue algo inferior a la descrita en el trabajo original, realizado sobre 5.695 pacientes de 5 unidades de cuidados intensivos australianas y una inglesa, en el cual el área bajo la curva fue de 0,90, pero muy similar a la referida por otros autores en UCIP de Inglaterra (0,84)<sup>32</sup>, Holanda (0,74)<sup>14</sup>, o en niños con sepsis meningocócica (0,82), en un reciente estudio multicéntrico español<sup>10</sup>. En nuestro estudio se eliminaron voluntariamente aquellos pacientes que permanecieron en la UCIP menos de 24 h y que no fallecieron. Todos ellos tenían una baja probabilidad de mortalidad ya que fueron ingresados para realización de técnicas especiales o monitorización y/o vigilancia y ninguno de ellos falleció. Si estos pacientes hubieran sido incluidos en el estudio la



**Figura 1.** Curva ROC (operador-receptor) para la puntuación PIM. Área bajo la curva = 0,81.

**TABLA 2.** Valor predictivo positivo y negativo del índice pediátrico de mortalidad y ácido láctico

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo
<b>Ácido láctico</b>				
> 2 mmol/l	64,7	70,6	15,6	96,9
> 5 mmol/l	47,1	94,5	41,1	95,7
> 7 mmol/l	32,4	97,6	52,1	94,6
<b>PIM</b>				
1%	100	22,4	9	100
5%	55,6	85,6	23,1	96,2
10%	44,4	94,1	41,9	95,6
25%	36,1	98,3	62,5	95,1
50%	16,7	99,1	63,1	93,9

PIM: índice pediátrico de mortalidad.

capacidad predictiva del PIM quizás hubiera sido mejor, pero en nuestra opinión menos real, ya que estos pacientes tienen un riesgo de mortalidad muy bajo y pueden ser tratados en unidades de cuidados intermedios. En nuestra serie, el PIM tuvo una capacidad pronóstica similar para todos los grupos diagnósticos y todas las edades, al igual que lo referido por Shann et al en el trabajo original<sup>15</sup>. Aunque no se ha comparado la utilidad del PIM con respecto al PRISM-III varios estudios han demostrado que su capacidad predictiva es similar<sup>14,15,18</sup>. Como se ha señalado previamente, una de las posibles limitaciones descritas con el PRISM es su cálculo en los pacientes que fallecen en las primeras 24 h. En nuestro estudio, el 38,8% de los pacientes fallecidos lo hicieron en las primeras 24 h del ingreso en UCIP, porcentaje si-



**TABLA 3. Área bajo la curva del índice pediátrico de mortalidad y el ácido láctico para los diferentes grupos diagnósticos**

Diagnósticos	Número de pacientes (fallecidos/total)	PIM	Ácido láctico
Cirugía cardíaca	9/171	0,73 ± 0,08	0,76 ± 0,06
Neurológico	1/28	1 ± 0*	1 ± 0*
Respiratorio	2/60	0,94 ± 0,04	0,46 ± 0,07
Cardíaco	8/55	0,72 ± 0,09	0,49 ± 0,13
Parada cardiorrespiratoria	7/17	0,80 ± 0,11	0,87 ± 0,08
Tumoral	3/16	0,82 ± 0,12	0,62 ± 0,18
Infección	5/34	0,83 ± 0,08	0,89 ± 0,05
Renal	0/16	–	–
Otras cirugías	0/78	–	–
Otras	1/25	1 ± 0*	0,97 ± 0,03*

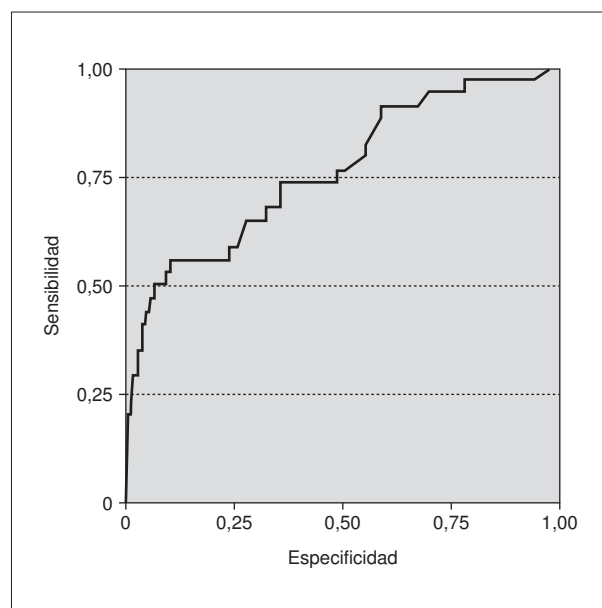
\*No valorable.

Diferencias no significativas.

**TABLA 4. Área bajo la curva del índice pediátrico de mortalidad y ácido láctico para los diferentes grupos de edad**

Edad (años)	Número de pacientes (fallecidos/total)	PIM	Ácido láctico
< 1	16/205	0,82 ± 0,06	0,77 ± 0,06
1-4	13/151	0,74 ± 0,06	0,80 ± 0,07
5-9	6/65	0,90 ± 0,05	0,62 ± 0,15
> 10	1/68	0,98 ± 0,01	0,98 ± 0,01

Diferencias no significativas.



**Figura 2.** Curva ROC (operador-receptor) para el ácido láctico. Área bajo la curva = 0,76.

milar al referido por Shann et al<sup>15</sup> y Hatherill et al<sup>16</sup>. En esos pacientes la valoración del PRISM-III hubiera tenido una utilidad muy baja.

El lactato en nuestro estudio también demostró una aceptable capacidad pronóstica. El lactato ha demostrado ser un buen indicador pronóstico en adultos hospitalizados<sup>23</sup>, y diversos tipos de pacientes críticos<sup>23</sup>, quirúrgicos<sup>21</sup>, con sepsis<sup>33</sup> y trauma<sup>24</sup>. Su mayor ventaja es la rapidez y sencillez de determinación, y su capacidad pronóstica evolutiva. Al igual que lo encontrado en nuestro estudio, en la mayoría de trabajos se ha encontrado que el ácido láctico al ingreso es superior en los pacientes que fallecen que en los supervivientes<sup>21,23,24,33</sup>, aunque algunos autores no han encontrado diferencias significativas al ingreso, pero sí a las 24 h<sup>34</sup>. Por otra parte, varios estudios han demostrado que los pacientes en los que el ácido láctico disminuye en las primeras horas tienen un pronóstico mejor<sup>22,25,33</sup>. El ácido láctico también sirve como guía de tratamiento, como indicador de la función hepática tras el trasplante y para ayudar en el diagnóstico de una acidosis con anion *gap* elevado<sup>20</sup>.

Existen pocos trabajos que hayan analizado el valor predictivo del ácido láctico en niños críticamente enfermos<sup>16,27-30</sup>. En un estudio realizado sobre 705 niños ingresados en la UCIP, la incidencia de hiperlactacidemia (ácido láctico mayor de 2 mmol/l) fue del 7% y en ellos la mortalidad fue significativamente superior (64%) a la del resto de los pacientes (5,8%)<sup>16</sup>. En nuestro estudio la incidencia de hiperlactacidemia fue muy superior (30,7%), y fallecieron sólo el 15% de los niños con ácido láctico a su ingreso mayor de 2 mmol/l y el 41% de los pacientes con ácido láctico mayor de 5 mmol/l. En recién nacidos, Deshpande y Platt<sup>30</sup> demostraron que existía una relación entre el pico de lactato y la mortalidad. En niños sometidos a cirugía cardíaca algunos autores han encontrado que los pacientes que presentan un ácido láctico elevado tienen una mortalidad muy alta. En el estudio de Hatherill et al<sup>27</sup> el 78,9% de los que tenían un lactato mayor de 4,5 mmol/l fallecieron, y en el trabajo de Shemie<sup>28</sup> lo hicieron el 84% de los niños con ácido láctico mayor de 5 mmol/l. En nuestro estudio la mortalidad de los niños sometidos a cirugía cardíaca con ácido láctico inicial mayor de 5 mmol/l fue de un 24,6%, significativamente inferior a la encontrada en estos dos estudios, aunque no se han comparado otros factores como la edad, el tipo de cardiopatía y cirugía y los cuidados postoperatorios. En cuanto a su capacidad pronóstica, Shime encontró que un valor de ácido láctico mayor de 2,2 mmol/l a las 16 h del postoperatorio predecía la mortalidad con una sensibilidad del 82% y una especificidad del 72%<sup>29</sup>; por el contrario, en nuestros pacientes con cirugía cardíaca, valores similares de ácido láctico a su ingreso en la UCIP tuvieron una muy baja sensibilidad pronóstica (33%) y una especificidad del 77%. Hatherill et al<sup>27</sup> encontraron que un ácido láctico inicial mayor de 6 mmol/l

tenía un valor predictivo positivo de sólo el 32%, por lo que consideraron que el ácido láctico inicial no era un buen indicador pronóstico en estos pacientes.

Pero la determinación de lactato tiene algunas limitaciones que hay que tener presentes al analizar sus resultados. El ácido láctico puede elevarse por causas diferentes a la hipoxia tisular como son aumento de la glucólisis<sup>35</sup>, acidosis láctica congénita y diversos errores del metabolismo (déficit de glucosa-6-fosfatasa, déficit de fructosa 1,6 difosfatasa, déficit de piruvatocarboxilasa, deficiencias de la fosforilación oxidativa), anemia grave, sepsis, fallo hepático, insuficiencia renal, diabetes mellitus, estatus epiléptico, administración de fármacos (salicilatos, isoniácida, nitroprusiato, catecolaminas, teofilina, paraldehído), nutrición parenteral, intoxicación por drogas (etanol, paracetamol, cianuro, cocaína, monóxido de carbono), déficit de tiamina o ejercicio excesivo<sup>21,36</sup>. Además, las soluciones que contienen Ringer lactato pueden elevar artificialmente los valores de lactato en sangre si se están infundiendo por el mismo catéter por donde se hace la extracción<sup>37</sup>. La determinación de la relación lactato/piruvato puede ayudar a diferenciar la hipoperfusión tisular de otras causas de hiperlactacidemia<sup>38</sup>. En el análisis de nuestros resultados se confirman estas limitaciones, ya que el ácido láctico clasificó mal a los pacientes que ingresaron en la UCIP sin problema hemodinámico grave. El ácido láctico clasificó mejor a los pacientes con sepsis, parada cardiorrespiratoria o cirugía cardíaca, que a los que presentaban problemas cardíacos, respiratorios y oncológicos. Sin embargo, el análisis de la capacidad predictiva del PIM y el ácido láctico en cada una de las enfermedades tiene muchas limitaciones, ya que muchos pacientes críticos tienen afectación multisistémica. También existen problemas al comparar los diferentes estudios, ya que los valores de lactato en plasma o en suero son significativamente más elevados que en sangre total, y la utilización de citrato sódico como anticoagulante en la extracción de la muestra da valores más bajos de ácido láctico que los extraídos con heparina o ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)<sup>39</sup>.

A pesar de su aceptable capacidad pronóstica, tanto con el ácido láctico como con la puntuación PIM es difícil establecer un punto de corte que sirva para definir los pacientes que van a fallecer. En nuestro estudio, el 35% de los pacientes que fallecieron tenían concentraciones normales de ácido láctico (menor de 2 mmol/l) a su ingreso en la UCIP, y el 58% un riesgo de mortalidad según PIM inferior al 3%. Estas limitaciones encontradas en nuestro estudio son similares a las referidas por otros autores<sup>1,3,15</sup>. En el momento actual ningún sistema pronóstico clasifica correctamente a todos los pacientes y, por tanto, no son útiles para decidir el criterio de ingreso o no en la UCIP, ni las decisiones terapéuticas. En nuestra opinión, su mayor utilidad es la valoración de gravedad de los pacientes, y el control de calidad, mediante la comparación de los resul-

tados de la misma UCIP a lo largo del tiempo, de distintas UCIP y de diferentes medidas terapéuticas<sup>2</sup>.

Hay pocos estudios que hayan analizado la relación entre el PIM y el ácido láctico con la duración del ingreso en la UCIP. Shime encontró en niños sometidos a cirugía cardíaca que las concentraciones de ácido láctico eran mayores en los pacientes con estancia en la UCIP mayor de 15 días que en el resto<sup>29</sup>. En nuestro estudio, aunque el tiempo medio de ingreso en la UCIP de los pacientes fallecidos fue similar al de los supervivientes, su distribución fue muy diferente. El 38% de los niños que fallecieron lo hicieron en las primeras 24 h de su ingreso. El resto fallecieron en general después de un ingreso prolongado, por lo general por fallo multiorgánico o irreversibilidad de la enfermedad de base. Nosotros encontramos una correlación significativa, aunque baja, entre la puntuación PIM y la duración del ingreso en la UCIP. Esta correlación no mejoró al eliminar los pacientes fallecidos. Por el contrario, con el ácido láctico se encontró una correlación inversa entre los valores de ácido láctico y el tiempo de ingreso en la UCIP en los pacientes fallecidos. Es decir que, en los niños que se mueren cuanto más elevado es el ácido láctico a su ingreso el tiempo de supervivencia es menor. En cambio, en los supervivientes no existió relación entre los valores de ácido láctico a su ingreso y la duración de la estancia en la UCIP.

Se concluye que tanto la puntuación PIM como el ácido láctico tienen un aceptable valor pronóstico al ingreso del niño críticamente en la UCIP. La capacidad predictiva de la puntuación PIM es mayor, pero es más complicada de obtener, mientras que el ácido láctico es rápido y sencillo, aunque su capacidad pronóstica es menor en pacientes cuyo problema principal no es el hemodinámico.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Slonim AD, Pollack MM. Sistemas de valoración en cuidados intensivos pediátricos. En: López-Herce J, Calvo C, Lorente MJ, Jaimovich D, Baltodano A, editors. Manual de Cuidados Intensivos Pediátricos. Madrid: Publimed, 2001; p. 46-51.
2. Prieto S, Medina A, Concha A, Rey C, Menéndez S, Crespo M. Asistencia a los niños críticamente enfermos en Asturias: características y efectividad. *An Esp Pediatr* 2002;57:22-8.
3. Marcin JP, Pollack MM. Review of the methodologies and applications of scoring systems in neonatal and pediatric intensive care. *Pediatr Crit Care Med* 2000;1:20-7.
4. Yeh TS, Pollack MM, Ruttimann UE, Holbrook PR, Fields AI. Validation of a physiologic stability index for use in critically ill infants and children. *Pediatr Res* 1984;8:445-51.
5. Knaus WA, Wagner DP, Draper EA. The Apache III Prognostic System Risk Prediction of Hospital Mortality for Critically Ill Hospitalized Adults. *Chest* 1999;110:1619-36.
6. Richardson DK, Gray JE, Mc Cormick MC. Score for neonatal acute physiology: A physiologic severity index for neonatal intensive care. *Pediatrics* 1993;91:617-23.
7. Pollack MM, Ruttimann UE, Gerson PR. Pediatric risk of mortality (PRISM) score. *Crit Care Med* 1988;16:1110-6.

8. Pollack MM, Patel KM, Ruttiman UE. PRISM III: An updated pediatric risk of mortality score. *Crit Care Med* 1996;24:743-52.
9. Leteurtre S, Leclerc F, Martinot A, Cremer R, Fourier C, Sadik A, et al. Can generic scores (Pediatric Risk of Mortality and Pediatric Index of Mortality) replace specific scores in predicting the outcome of presumed meningococcal septic shock in children? *Crit Care Med* 2001;29:1239-46.
10. Castellanos-Ortega A, Delgado Rodriguez M, Llorca J, Sanchez Buron P, Mencia Bartolome S, Soult Rubio A, et al. A new prognostic scoring system for meningococcal septic shock in children. Comparison with three other scoring systems. *Intensive Care Med* 2002;28:341-51.
11. López-Herce J, Delgado MA, Madero R, Dorao P, Elola P, Ruza F. Utilidad pronóstica de cinco índices de gravedad en el paciente pediátrico críticamente enfermo. *An C Intensivos* 1990;5:94-8.
12. Wilkinson JD, Pollack MM, Ruttiman UE. Outcome of pediatric patients with multiple organ system failure. *Crit Care Med* 1986;14:271-4.
13. Keene AR, Cullen DJ. Therapeutic intervention scoring system: Update 1983. *Crit Care Med* 1983;11:1-3.
14. Gemke RJ, Van Vught J. Scoring systems in pediatric intensive care: PRISM III versus PIM. *Intensive Care Med* 2002;28:204-7.
15. 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;23:201-7.
16. Hatherill M, McIntyre AG, Wattie M, Murdoch IA. Early hyperlactataemia in critically ill children. *Intensive Care Med* 2000;26:314-8.
17. Randolph AG. Paediatric index of mortality (PIM): Do we need another paediatric mortality prediction score? *Intensive Care Med* 1997;23:141-2.
18. Jones GD, Thorburn K, Tigg A, Murdoch IA. Preliminary data: PIM vs PRISM in infants and children post cardiac surgery in a UK PICU. *Intensive Care Med* 2000;26:145.
19. Marecaux G, Pinsky MR, Dupont E, Kahn RJ, Vincent J-L. Blood lactate levels are better prognostic indicators than TNF and IL-6 levels in patients with septic shock. *Intensive Care Med* 1996;22:404-8.
20. Kaufman B. Blood lactate measurement in the ICU: Is it still useful after all these years? *J Intensive Care Med* 1998;13:215-7.
21. Singarajah C, Carlson RW. A review of the role of blood lactate measurements in the ICU. *J Intensive Care Med* 1998;13:218-28.
22. Henning RJ, Weil MH, Weiner F. Blood lactate as a prognostic indicator of survival in patients with acute myocardial infarction. *Circ Shock* 1982;9:307-15.
23. Aduen J, Bernstein W, Khastgir T, Miller J, Kerzner R, Bhatiani A, et al. The use and clinical importance of a substrate-specific electrode for rapid determination of blood lactate concentrations. *JAMA* 1994;272:1678-85.
24. Sauaia A, Moore F, Moore E. Early predictors of postinjury multiple organ failure. *Arch Surg* 1994;129:39-45.
25. Drummond AJ, Bernard GR, Russell JA. Decreasing lactate is associated with lower mortality in patients who have sepsis syndrome. *Chest* 1993;104:575.
26. McNellis J, Marini CP, Jurkiewicz A, Szomstein S, Simms HH, Ritter G, et al. Prolonged lactate clearance is associated with increased mortality in the surgical intensive care unit. *Am J Surg* 2001;182:481-5.
27. Hatherill M, Sajjanhar T, Tibby SM, Champion MP, Anderson D, Marsh MJ, et al. Serum lactate as a predictor of mortality after paediatric cardiac surgery. *Arch Dis Child* 1997;77:235-8.
28. Shemie S. Serum lactate predicts postoperative complications after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Res* 1996;39:54A:307.
29. Shime N, Kaageyama K, Ashida H, Ueda M, Kitamura Y, Tanaka Y. Perioperative assessment of blood lactate levels in pediatric haerat surgery. *Masui* 2001;50:752-7.
30. Deshpande SA, Platt MP. Association between blood lactate and acid-base status and mortality in ventilated babies. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 1997;76:F15-20.
31. Hanley JA, McNeil BJ. A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology* 1983;148:839-43.
32. Pearson GA, Stickley J, Shann F. Calibration of the pediatric index of mortality in UK paediatric intensive care units. *Arch Dis Child* 2001;84:125-8.
33. Bakker J, Coffernils M, Leon M. Blood lactate levels are superior to oxygen derived variables in predicting outcome in human septic shock. *Circ Shock* 1982;9:307-15.
34. Bernardin G, Pradier C, Tiger F, Deloffre P, Mattei M. Blood pressure and arterial lactate level are early indicators of short-term survival in human septic shock. *Intensive Care Med* 1996;22:17-25.
35. Mizock BA. Significance of hyperlactatemia without acidosis during hypermetabolic stress. *Crit Care Med* 1997;25:1780-1.
36. Stacpooles PW. Lactic acidosis. *Endocrinology and metabolism. Clin North Am* 1993;22:221-45.
37. Jackson EV, Wiese J, Sigal B, Miller J, Bernstein W, Kassel D, et al. Effects of crystalloid solutions on circulating lactate concentrations: Part 1. Implications for proper handling of blood specimens obtained from critically ill patients. *Crit Care Med* 1997;25:1840-6.
38. Dugas MA, Proulx F, De Jaeger A, Lacroix J, Lambert M. Markers of tissue hypoperfusion in pediatric septic shock. *Intensive Care Med* 2000;26:75-83.
39. Wiese J, Didwania A, Kerzner R, Chernow B. Use of different anticoagulants in test tubes for analysis of blood lactate concentrations: Part 2. Implications for the proper handling of blood specimens obtained from critically ill patients. *Crit Care Med* 1997;25:1847-50.