

# Factores de riesgo para el desarrollo de neumonía nosocomial en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardiovascular

Rocío Elvira Fortanelli-Rodríguez,<sup>a</sup> Alejandro Gómez-Delgado,<sup>b</sup> José Manuel Vera-Canelo,<sup>c</sup> Miguel Ángel Alvarado-Diez,<sup>d</sup> Guadalupe Miranda-Novales,<sup>e</sup> María Elena Yuriko Furuya,<sup>f</sup> Fortino Solórzano-Santos,<sup>g</sup> José Guillermo Vázquez-Rosales<sup>a</sup>

## Risk factors related to nosocomial pneumonia in pediatric patients undergoing heart surgery

**Objective:** Procalcitonin is a diagnostic marker useful to discern infections and non-infectious complications in heart surgeries. The aim is to describe risk factors related to nosocomial pneumonia and the predictive value of serum procalcitonin in pediatric patients undergoing heart surgery.

**Methods:** During a year a nested case control study was carried out in a third level hospital. All patients undergoing open-heart surgery were followed and clinical data searching for pneumonia were registered every day. Blood samples for determination of procalcitonin were taken 48 hours after surgery. Those patients who developed pneumonia based on CDC clinical criteria were defined as cases; and controls were those patients who did not developed pneumonia.

**Results:** 188 patients underwent heart surgery. Ninety-seven patients were submitted to open-heart surgery. Twenty-four were diagnosed with pneumonia and 73 were designed as controls. Seventy-eight % of cases developed pneumonia between second and fifth day after surgery. In multivariate analysis, open sternotomy, serum procalcitonin concentration > 1.7 mcg/mL were associated with the presence of pneumonia. The sensitivity of serum procalcitonin to predict the presence of pneumonia was 72 % with specificity of 79 %.

**Conclusions:** Open sternotomy, time during surgery, time of extracorporeal circulation, time of aortic clamp were trans-surgical risk factors associated to development of pneumonia. Procalcitonin concentration > 1.7 mcg/mL is independent associated to nosocomial pneumonia.

Keywords	Palabras clave
Procalcitonin	Procalcitonina
Thoracic surgery	Cirugía cardiovascular
Risk factors	Factores de riesgo
Pediatrics	Pediatría

## Antecedentes

Se considera que en países desarrollados las cardiopatías congénitas son la primera causa de muerte entre 1 y 12 meses de edad. Alrededor de dos terceras partes de estas malformaciones requieren de tratamiento quirúrgico en algún momento de su evolución, ya que sin él un tercio de los pacientes evolucionan críticamente y fallecen en el primer año de vida.<sup>1</sup>

Por otra parte las infecciones nosocomiales representan un serio problema entre los pacientes quirúrgicos, estando las infecciones de vías respiratorias bajas entre las complicaciones más frecuentemente reportadas en los pacientes que son sometidos a estos procedimientos y que requieren estancia en una unidad de cuidados intensivos (UCI).<sup>2-3</sup> En sujetos adultos la estancia intrahospitalaria en la UCI es mayor en pacientes sometidos a cirugía cardíaca que desarrollan neumonía, y es probablemente la causa más frecuente y severa de infección en este grupo de pacientes, asociándose a una mortalidad alta comparada con otras infecciones nosocomiales, como la de vías urinarias o la de herida quirúrgica.<sup>4</sup> En niños la mortalidad global atribuida a una neumonía nosocomial ha sido estimada en 11 %.<sup>5</sup>

Los pacientes pediátricos sometidos a cirugía de corazón son una población con alto riesgo para desarrollar neumonía asociada a ventilador, pero la información con respecto a este tema es escasa. Algunos factores de riesgo involucrados en el desarrollo de neumonía nosocomial en este grupo de pacientes (ventilación mecánica, tratamiento antibiótico) son comunes para otros grupos de pacientes; sin embargo, existen factores particulares, como la duración de la cirugía, el pinzamiento aórtico, el sometimiento a circulación extracorpórea, la administración previa de antibióticos, etcétera.<sup>5</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Infectología

<sup>b</sup>Unidad de Investigación en Epidemiología

<sup>c</sup>Servicio de Cardiocirugía

<sup>d</sup>Unidad de Terapia Intensiva

<sup>e</sup>Unidad de Investigación en Infecciones Nosocomiales

<sup>f</sup>Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Respiratorias

<sup>g</sup>Dirección Médica

<sup>a, c, d, g</sup>Hospital de Pediatría

<sup>b, e, f</sup>Coordinación de Investigación en Salud

Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, Distrito Federal, México

Comunicación con: José Guillermo Vázquez-Rosales

Teléfono: (55) 5627 6900, extensión 22462

Correos electrónicos: guillermo.vazquezr@imss.gob.mx

Recibido: 14/08/2014

Aceptado: 01/09/2015

**Introducción:** la procalcitonina (PCT) sirve para discriminar entre infección y complicaciones no infecciosas en cirugías cardíacas. Se busca describir el riesgo de neumonía nosocomial y la utilidad de la PCT en el diagnóstico de pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardiovascular.

**Métodos:** estudio de casos y controles anidados en una cohorte. Durante un año a todos los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular se les hizo seguimiento diario de sus condiciones clínicas y determinación de PCT a las 48 horas de haber sido intervenidos quirúrgicamente. Se tomaron exclusivamente los pacientes sometidos a circulación extracorpórea: los casos desarrollaron neumonía según los criterios del CDC; los controles, no.

**Resultados:** se intervinieron 188 pacientes. Desarrolló neumonía el 15 %. Fueron sometidos a circulación extracorpórea 97 pacientes, quedando 24 casos y 73 controles. El 78 % de los casos desarrolló proceso neumónico entre el segundo y el quinto día postquirúrgico. La media del tiempo quirúrgico (TQ), circulación extracorpórea (TCE), pinzamiento aórtico (TPA) y ventilación mecánica fueron mayores en los casos ( $p < 0.001$ ). La frecuencia de esternotomía abierta, reintubación e infección de herida quirúrgica fue más alta en el grupo de casos ( $p < 0.001$ ).

**Conclusiones:** algunos eventos del proceso quirúrgico cardiovascular y su posterior manejo están significativamente asociados al desarrollo de neumonía nosocomial en niños.

## Resumen

En un estudio prospectivo se reportaron como factores de riesgo para el desarrollo de neumonía nosocomial después de cirugía cardíaca, la reintubación (RM 62.5), la presencia de sonda nasogástrica (RM 19.7), el uso previo de antibióticos de amplio espectro (RM 6.6) y la transfusión sanguínea (RM 12.8).<sup>6</sup> Mandakini *et al.* describen además la presencia de enfermedad pulmonar crónica, cirugía de urgencia y uso de esteroides.<sup>7</sup> En un análisis multivariado Fischer *et al.* encontraron que la neumonía después de cirugía cardíaca está asociada con un retraso en la extubación mayor de 3.7 días.<sup>8</sup>

La presencia de infección de vías respiratorias altas previa a la cirugía cardíaca estuvo asociada con un incremento en la incidencia de complicaciones respiratorias, así como en la estancia en la unidad de cuidados intensivos pediátricos, por lo que fue un predictor de infección postquirúrgico.<sup>9</sup> Sin embargo, los resultados de un estudio para determinar la frecuencia y la etiología de neumonía en pacientes adultos con cirugía cardíaca mayor mostró que el valor de la vigilancia mediante cultivos de aspirado bronquial, en la predicción de neumonía en pacientes ventilados, es un método diagnóstico que se anticipa a la etiología de la neumonía solo en un pequeño porcentaje de pacientes.<sup>6</sup>

Por otra parte la cirugía cardíaca puede inducir una respuesta inflamatoria aguda caracterizada por alteraciones hemodinámicas y respiratorias que pueden dar lugar a confusión con un proceso infeccioso agregado. Esta respuesta resulta de una combinación de varios factores que incluyen la exposición a superficies no lisas, trauma quirúrgico, reperfusión o isquemia miocárdica y descarga de endotoxinas.<sup>10</sup>

La procalcitonina (PCT), inicialmente descrita como un marcador de infección, ha surgido desde la década pasada como un marcador específico y sensiblemente asociado con infección bacteriana.<sup>11-12</sup> Para determinar el valor de la PCT como marcador de infección después de cirugía cardíaca en pobla-

ción adulta, se encontró que la concentración sérica de la PCT está modificada por el propio evento quirúrgico, con un pico transitorio de 1 ng/mL.<sup>13</sup> En presencia de fiebre posquirúrgica se observan cifras  $> 1$  ng/mL, lo cual sugiere infección sistémica; se ha observado también que existe modificación en las cifras de procalcitonina en pacientes manejados previamente con antibióticos.<sup>14</sup> Arkader *et al.* realizaron un estudio en niños y evaluaron el comportamiento de la PCT y la proteína C reactiva en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular; encontraron que ambas se elevan después del evento quirúrgico con la diferencia de que la PCT disminuye en el primer día posquirúrgico y la proteína C reactiva puede encontrarse elevada hasta tres días después de la cirugía en pacientes pediátricos que no desarrollan infección.<sup>15</sup> Consecuentemente la PCT se ha investigado en varios estudios como un marcador pronóstico en cirugía cardíaca con enfoque en la habilidad para predecir o discriminar entre infección y complicaciones no infecciosas.

El objetivo del presente estudio fue identificar los factores de riesgo prequirúrgicos, transquirúrgicos y posquirúrgicos asociados al desarrollo de neumonía nosocomial en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca, así como identificar si la elevación de PCT en el periodo postquirúrgico predice el desarrollo de esta complicación.

## Métodos

Después de su aprobación por el Comité de Investigación, se realizó un estudio prospectivo de casos y controles anidados en una cohorte, en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Se incluyeron todos los pacientes que ingresaron al hospital en forma programada para cirugía cardiovascular. Se dio información del estudio a los familia-

res del paciente y se solicitó firma de consentimiento informado. Los factores prequirúrgicos se obtuvieron del expediente clínico. Una vez en la unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP) para recuperación posquirúrgica, se realizó un seguimiento diario de las condiciones clínicas e identificación de los factores transquirúrgicos (nota posquirúrgica y de anestesia) y posquirúrgicos (hojas de enfermería y notas médicas de evolución). Se dio seguimiento a los pacientes desde su ingreso hasta 72 horas después del retiro de los dispositivos cardiacos (sondas mediastinales, marcapasos, etcétera). Se llevó un registro de datos que se vaciaron en una base SPSS para su análisis. Se tomaron muestras séricas para la determinación de niveles de procalcitonina a las 48 horas de la cirugía. Las muestras séricas se mantuvieron a  $-72^{\circ}\text{C}$  para su conservación y fueron procesadas al final del estudio en forma conjunta.

Se definió como caso a aquel paciente sometido a cirugía cardíaca ingresado a la UTIP que desarrolló neumonía nosocomial de acuerdo con los criterios de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés). Se definió como control a aquel paciente sometido a cirugía cardíaca durante el mismo periodo de estudio e ingresado a la UTIP que no desarrolló neumonía nosocomial. Se descartaron los pacientes que fallecieron antes de las 48 horas del evento quirúrgico. Se definió neumonía como la infección pulmonar que se adquiere en el hospital después de 48 horas de ingreso a la UTIP, de acuerdo con los criterios del CDC. Dentro de los factores prequirúrgicos se registraron sexo, edad, estado nutricional, inmunocompromiso, estancia hospitalaria previa a la cirugía y presencia de infección de vías aéreas superiores. Los factores transquirúrgicos registrados fueron: duración del evento quirúrgico, de la circulación extracorpórea y del pinzamiento aórtico, así como transfusión sanguínea. De los factores postquirúrgicos se registró la reintervención quirúrgica, el tiempo de permanencia de sondas mediastinales, pleurales y el uso apropiado de profilaxis antimicrobiana. La determinación de PCT se realizó mediante el ensayo BRAHMS PCT LIA (Hennigsdorf, Alemania), el cual es un ensayo cuantitativo con rango de medición de 0.3-500 ng/mL con resultado en aproximadamente dos horas.

Se utilizó estadística descriptiva para el análisis de las variables demográficas y se expresaron en promedio y desviación estándar o mediana y rangos, según su distribución. Se emplearon pruebas de chi cuadrada para la comparación de proporciones entre dos grupos. Se aplicó la prueba de *t* de Student para la comparación de variables cuantitativas entre grupos y se consideró significación estadística una  $p < 0.05$ . Se utilizaron curvas ROC para elegir el mejor valor de corte de la determinación de procalcitonina. Para

la identificación de los factores de riesgo significativamente asociados a neumonía nosocomial se utilizó análisis univariado y multivariado. Los datos se analizaron con el programa del paquete estadístico de ciencias sociales (SPSS), versión 14.

## Resultados

### Descripción de la cohorte

Durante el periodo de estudio se incluyeron 188 pacientes sometidos a cirugía cardiovascular; se excluyeron ocho por no cumplir con los criterios de inclusión. El 52 % fue del género masculino. El rango de edad fue de un mes a 84 meses, y el promedio fue de 21 meses. El 44 % de los pacientes tenían desnutrición crónica y el 16 % desnutrición aguda.

Los principales diagnósticos cardiológicos fueron: comunicación interventricular (16 %), persistencia de conducto arterioso (13 %), tetralogía de Fallot (11 %) y comunicación interauricular (9 %). En el 53 % de los pacientes el procedimiento quirúrgico fue abierto (esternotomía y circulación extracorpórea) y en el resto el procedimiento fue cerrado (toracotomía sin circulación extracorpórea). Los principales procedimientos quirúrgicos realizados en estos pacientes fueron cierre de CIV (21.1 %), cierre de conducto arterioso (20 %) y la realización de fistula sistémico-pulmonar (16.7 %).

Al 72.8 % de los pacientes se les administró profilaxis antimicrobiana prequirúrgica considerada como adecuada y solo un paciente recibió cefalosporinas de tercera generación antes del evento quirúrgico. En dos pacientes se documentó infección de vías respiratorias altas previa a la cirugía. Fueron sometidos a circulación extracorpórea 97 pacientes (53 %). El 97.8 % de los pacientes requirieron de ventilación mecánica y permanecieron con cánula orotraqueal un promedio de 36 horas; requirieron de reintubación el 10 % de los pacientes. La estancia hospitalaria promedio en días previos al evento quirúrgico fue de 1.9 días. Menos del 2 % de los pacientes requirieron de reintervención quirúrgica y en el 4.4 % fue necesario dejar esternotomía abierta después del evento quirúrgico. El 65 % de los pacientes requirió transfusión de paquete globular y se administró un promedio de 1.4 paquetes por paciente. La mortalidad en la cohorte estudiada fue del 5 %.

### Frecuencia de neumonía nosocomial en la cohorte

Después del evento quirúrgico, 27 pacientes desarrollaron neumonía (15 %), y la razón hombre-mujer para el desarrollo de esta complicación fue de 2:1,

predominando en el grupo de edad de 1 a 29 meses (21 casos).

El 78 % de los casos se diagnosticó entre el segundo y el quinto día después de la cirugía. La frecuencia fue mayor en aquellos a los que se les realizaron procedimientos quirúrgicos complejos: corrección total de tetralogía de Fallot 60 % (3/5), corrección total de CAVP 55 % (6/11), Senning 100 % (2/2).

El 100 % de los pacientes que desarrollaron neumonía estuvieron sometidos a ventilación mecánica con un promedio de 120 horas y 33 % requirieron reintubación. De los tres pacientes que fueron sometidos a intervención quirúrgica por segunda ocasión, dos desarrollaron neumonía, así como todos los pacientes con antecedente de esternotomía abierta posterior a la cirugía.

Solo en cuatro de los casos de neumonía hubo recuperación microbiológica en hemocultivos; los microorganismos recuperados fueron: *S. sanguis*, *S. aureus*, *E. coli* y *P. aeruginosa*. La mortalidad en el grupo de pacientes que desarrollaron neumonía fue del 14 %.

que no son sometidos a este procedimiento; por tanto, se descartaron 83 pacientes, restando 97, de los cuales 24 desarrollaron neumonía (24.7 %) (figura 1).

Las diferencias en las variables de género, edad y estado nutricional no fueron significativas entre los pacientes con y sin neumonía. La frecuencia de esternotomía abierta, reintubación e infección de herida quirúrgica fue más alta en el grupo de casos ( $p < 0.001$ ), como se establece en el cuadro I.

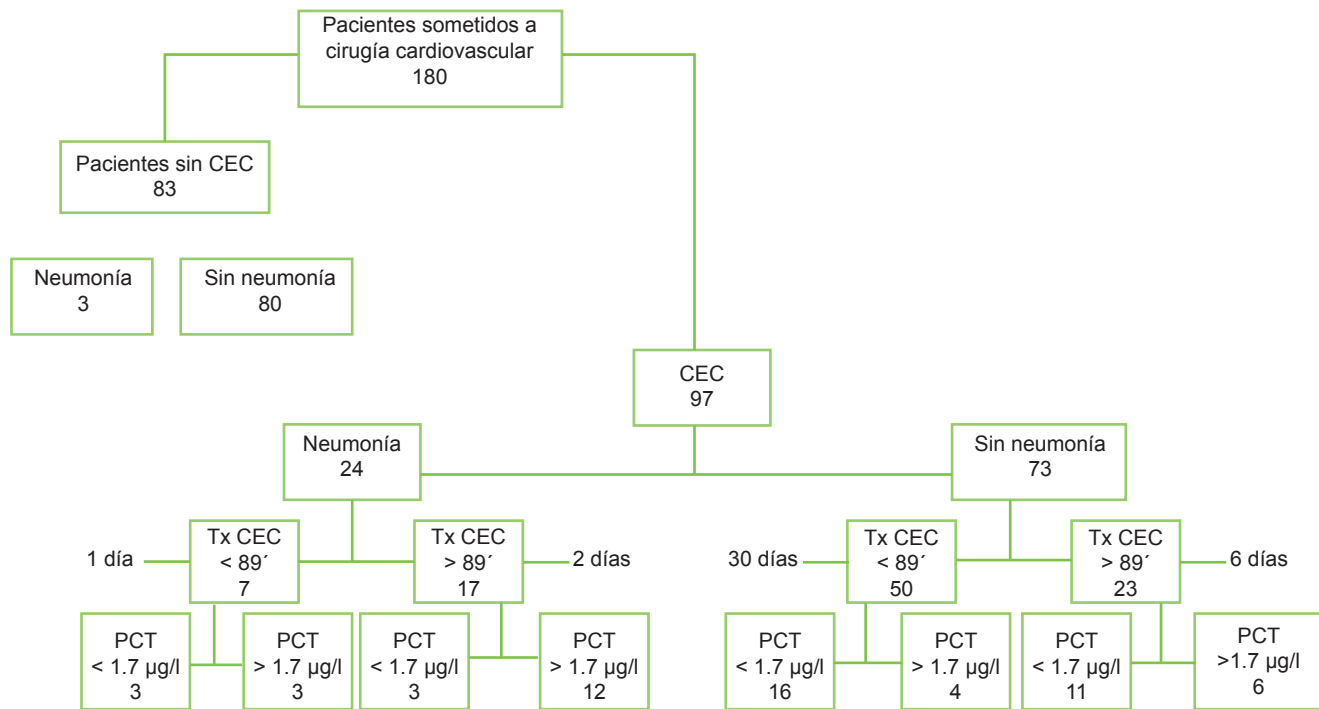
Los siguientes factores se encontraron estadísticamente asociados al riesgo de desarrollar un proceso neumónico: permanencia de sonda mediastinal por más de cinco días: RM 3.63, IC 95 %: 1.17-11.40; permanencia de sonda pleural por más de 5.25 días: RM 9.45, IC 95 %: 2.61-35.7; tiempo quirúrgico (TQ) mayor a la media (225 min): RM 6.77, IC 95 %: 1.91-26.3; tiempo de circulación extracorpórea (TCE) mayor a la media (89 min): RM 4.36, IC 95 %: 1.65-15.42.

De los 97 pacientes incluidos para el análisis, solo se le pudo determinar la procalcitonina a las 48 horas postquirúrgicas a 63, de los cuales 21 correspondieron al grupo de pacientes que desarrollaron neumonía y 42 al grupo sin desarrollo de neumonía, con una mediana de la concentración de procalcitonina sérica de 4.42 µg/mL en el primer grupo, que fue significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) al

**Factores de riesgo para el desarrollo de neumonía**

Para el establecimiento de los factores de riesgo de neumonía nosocomial, se estudiaron únicamente los pacientes sometidos a circulación extracorpórea, dado que estos pacientes presentan factores diferentes a los

**Figura 1** Distribución de 180 pacientes sometidos a cirugía cardiovascular, según su evolución clínica, tiempo de circulación extracorpórea y determinación de procalcitonina



CEC = circulación extracorpórea; Tx = Tiempo; PCT = procalcitonina; sd = sin determinación

segundo grupo (mediana de 0.45 µg/mL). Mediante el análisis de curvas ROC se tomó como el valor de corte sugestivo de proceso neumónico una concentración  $\geq 1.7$  µg/mL. La sensibilidad de la prueba para predecir el desarrollo de un proceso neumónico fue de 72 % (IC 95 %: 50-93), una especificidad de 79 % (IC 95 %: 65-92), un valor predictivo positivo de 63 % (IC 95 %: 41-84), y un valor predictivo negativo de 85 % (IC 95 %: 72-97). En el análisis univariado la concentración de procalcitonina igual o mayor al valor de corte estimado se asoció en forma significativa al desarrollo de neumonía (cuadro I).

De las variables sometidas al análisis univariado, únicamente el antecedente de esternotomía abierta y la concentración sérica de procalcitonina igual o mayor a 1.7 µg/mL resultaron independientemente asociadas al desarrollo de neumonía al ser sometidas a análisis multivariado (cuadro II).

## Discusión

A pesar de que se cuenta con criterios clínicos bien establecidos para el diagnóstico de neumonía nosocomial, en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular en sus primeros días posoperatorios, es difícil en ocasiones realizarlo, debido a la respuesta inflamatoria sistémica secundaria al trauma quirúrgico, que incluye la presencia de fiebre dentro de las primeras 24 a 48 horas, la inestabilidad hemodinámica e inclusive la difícil interpretación radiológica.

El propósito de este estudio fue evaluar los factores de riesgo relacionados con el desarrollo de neumonía nosocomial, incluyendo la determinación de procalcitonina sérica a las 48 horas postquirúrgicas, en un grupo homogéneo de pacientes pediátricos que fueron sometidos a algún procedimiento quirúrgico cardiovascular. Previamente se han reportado estudios realizados en sujetos adultos y se han establecido

**Cuadro I** Análisis univariado de los datos

Variable	Neumonía		Sin neumonía		RM	IC (95 %)	p
	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	n	%			
Edad (en meses)	23 $\pm$ 18.7	28.2 $\pm$ 17.4					0.576
Ventilación mecánica (en horas)	110 $\pm$ 136	23 $\pm$ 27			3.22	0.75-15.2	< 0.001*
Tiempo de cirugía (en min)	253 $\pm$ 77	163 $\pm$ 66			6.77	1.91-26.3	< 0.001*
Tiempo CE (en min)	106 $\pm$ 58	38 $\pm$ 50			4.96	1.65-15.42	< 0.001*
Tiempo PA (en min)	53 $\pm$ 34	17 $\pm$ 25			2.64	0.89-8.04	< 0.001*
Permanencia de SP (en días)	5 $\pm$ 10	2 $\pm$ 7			9.45	2.61-35.7	< 0.001*
Permanencia de SM (en días)	5 $\pm$ 12	4 $\pm$ 9			3.63	1.17-11.4	< 0.001*
	n	%	n	%			
Género masculino	15	62	38	52			0.480
Desnutrición	18	75	36	49			0.145
Profilaxis qx adecuada	21	87	57	78			0.244
Esternotomía abierta	8	33	0	0			< 0.001†
Reintubación	6	25	1	1			< 0.001†
Reintervención quirúrgica	2	8	1	1			0.150
Bacteriemia	3	12.5	6	8			0.392
Infección de herida quirúrgica	3	12.5	1	1			0.046†
Procalcitonina $\geq 1.7$ µg/mL	15	62.5	10	13.69			< 0.001†

\*se usó t de Student; † se usó chi cuadrada

RM = razón de momios; IC = intervalo de confianza; CE = circulación extracorpórea; PA = pinzamiento aórtico; SP = sonda pleural; SM = sonda mediastinal;



**Cuadro II** Predictores de neumonía nosocomial en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular. Análisis multivariado de regresión logística

Variabes	<i>p</i>	RR	IC
Procalcitonina $\geq 1.7\mu\text{g/mL}$	0.023	1.22	1.05 - 2.22
Esternotomía abierta	0.024	1.07	1 - 2.03

RR = razón de riesgo; IC = intervalo de confianza

algunos factores de riesgo pre y postquirúrgicos;<sup>16</sup> sin embargo, en el grupo de niños que requieren cirugía cardíaca son escasos los reportes sobre factores de riesgo antes, durante y después del evento quirúrgico.

La frecuencia de neumonía nosocomial desarrollada después de un evento quirúrgico cardiovascular observada en nuestro estudio fue mayor a las reportadas, respectivamente, por Bongo y Jashiashvili en Filipinas y Georgia, las cuales fueron  $< 5\%$ .<sup>17,18</sup> Este incremento puede ser explicado por las diferencias en las poblaciones analizadas, ya que estos estudios incluyeron pacientes escolares y adolescentes a diferencia del presente, en donde predominó el grupo de lactantes, en quienes debido a un incompleto desarrollo en el sistema inmune y a un déficit nutricional en la mayoría de ellos, sería esperada una mayor frecuencia de infecciones en general.

Nuestro estudio demostró que los factores de riesgo transquirúrgicos fueron los principales factores asociados al desarrollo de neumonía.

El antecedente de haber sido sometidos a circulación extracorpórea dividió a la cohorte estudiada en dos grandes grupos. Aquellos que no fueron sometidos a tal procedimiento tuvieron una frecuencia baja de neumonía, al contrario de los que fueron sometidos a tal evento, en quienes el proceso infeccioso se presentó ocho ocasiones más. El solo hecho de someterse a cirugía cardiovascular, así como a circulación extracorpórea da lugar a una respuesta al estrés manifestada por datos de respuesta inflamatoria sistémica y liberación de hormonas de estrés. Uno de los mecanismos es por activación del sistema inmune, el cual en los niños se comporta de manera diferente a como lo hace en los adultos, variando la respuesta inmunológica y por lo tanto la labilidad para el desarrollo de infecciones.<sup>19</sup>

Se ha descrito anteriormente daño endotelial pulmonar en pacientes sometidos a circulación extracorpórea, con el consecuente desarrollo de inflamación local y la posterior infección.

Por otra parte el solo hecho de tener un acto quirúrgico prolongado, con trauma extenso a los tejidos facilita la contaminación del campo quirúrgico y el desarrollo de infección. Si bien la cirugía cardiovascular se caracteriza por su complejidad y el tiempo

empleado en su realización es mayor a otro tipo de cirugías, existen factores de riesgo que se han descrito en población adulta para el desarrollo de neumonía, entre los cuales se mencionan la reintubación, la administración de paquete globular, la presencia de sonda nasogástrica, la mayoría de ellos posquirúrgicos. Es posible que estos factores tuvieran relevancia en procesos neumónicos desarrollados tardíamente en el periodo posquirúrgico; sin embargo, en las neumonías desarrolladas entre el segundo y quinto día de la cirugía es probable que otros factores que intervienen durante la misma puedan ser de importancia. En nuestro estudio los tiempos desarrollados durante la cirugía, especialmente el tiempo quirúrgico y el tiempo de circulación extracorpórea fueron factores de riesgo asociados a neumonía, a pesar de que en el análisis multivariado no resultaron significativos. En estudios similares al nuestro (retrospectivos y prospectivos, y también en niños), se ha encontrado que el TCE y el tiempo de pinzamiento aórtico son factores de riesgo para el desarrollo de neumonía después de la cirugía cardiovascular.<sup>20,21</sup>

Nuevos factores de riesgo, como el antecedente de esternotomía abierta e infección de la herida quirúrgica, son descritos en el presente estudio, lo cual quizá tenga relación con la extensión del trauma quirúrgico.

El antecedente de encontrarse bajo ventilación mecánica hace susceptibles a este tipo de pacientes al desarrollo de neumonía. Hay reportes en los cuales esto se menciona como factor de riesgo para su desarrollo;<sup>22</sup> no obstante, nosotros no encontramos una asociación significativa: el 70 % de los pacientes desarrollaron el proceso neumónico en los primeros días de haber sido sometidos al procedimiento quirúrgico y, por lo tanto, parece ser consecuencia y no causa del proceso infeccioso.

Como se mencionó anteriormente es difícil diferenciar entre inflamación e infección en forma temprana después de una cirugía cardiovascular; por tal motivo, como parte de los factores de riesgo para el desarrollo de neumonía se evaluó el comportamiento de las cifras séricas de procalcitonina. Aouifi *et al.*<sup>13</sup> reportaron en sujetos adultos sometidos a cirugía cardiovascular valores de  $1.36\mu\text{g/mL}$  en el periodo

postquirúrgico inmediato; dichos valores decayeron en los siguientes tres días, al igual que en nuestros pacientes sometidos a circulación extracorpórea sin desarrollo de neumonía en quienes el promedio fue de 0.45 µg/mL a las 48 horas postquirúrgicas. En este mismo reporte se refiere una concentración de este marcador de 4.85 µg/mL en aquellos pacientes que desarrollaron bacteriemia o neumonía, muy similar a lo encontrado en nuestro grupo de pacientes pediátricos con neumonía (4.42 µg/mL).

Niveles elevados de procalcitonina se han relacionado con procedimientos quirúrgicos prolongados, así como con el curso intraoperatorio. Se refiere que dichos niveles pueden persistir hasta el tercer día en niños. En nuestro estudio la mayoría de los pacientes en quienes se identificó un nivel elevado de procalcitonina fueron sometidos a alguna intervención quirúrgica prolongada, como la corrección total de tetralogía de Fallot o Senning.

Es probable que una concentración elevada de procalcitonina al segundo día postquirúrgico dependerá del nivel máximo alcanzado a las 24 horas por el trauma quirúrgico inicial y dado que la vida media es constante (18-24 horas), este nivel será diferente en cada paciente. Por otra parte si se agrega un proceso infeccioso dicho nivel puede incrementarse. En nuestro estudio, varios pacientes desarrollaron procesos neumónicos en forma tardía, con cifras iniciales elevadas de procalcitonina, lo cual pone en evidencia la importancia de la reacción inflamatoria severa inicial que predispone al desarrollo de un proceso neumónico.

Una reciente revisión sistemática de la literatura sobre el comportamiento de los niveles de procalcitonina en pacientes postoperados de cirugía cardíaca indica que la cinética de esta molécula en los primeros días postoperatorios parece ser de mayor utilidad para la identificación de complicaciones infecciosas que un valor aislado. Sin embargo en el actual reporte la sensibilidad y la especificidad para predecir un proceso neumónico, utilizando solo una determinación a las

48 horas de postoperatorio, no fueron muy diferentes a las reportadas por otros autores para la detección de un proceso infeccioso.<sup>23</sup>

Por otra parte otros factores como la constitución genética del huésped pueden influir tanto en la susceptibilidad a infecciones como en la respuesta al trauma quirúrgico, lo que pudiera hacer diferentes los valores de procalcitonina entre individuos.

## Conclusión

En nuestro estudio observamos que el tiempo de circulación extracorpórea analizado en conjunto con las cifras de procalcitonina puede aportar una ayuda diagnóstica temprana: notamos que tener estos dos parámetros elevados ayuda a detectar casi el 60 % de los pacientes que se complican con neumonía intrahospitalaria y, por lo tanto, a establecer una terapéutica antimicrobiana en forma temprana o anticipada; sin embargo, nuevos estudios prospectivos con homogenización de la población estudiada son necesarios para confirmar o establecer nuevos factores de riesgo y proponer terapias anticipadas que disminuyan la frecuencia de neumonía en este tipo de pacientes pediátricos.

## Nota importante

El presente protocolo concursó y obtuvo financiamiento en la Segunda Convocatoria 2005 del Fondo de Fomento a la Investigación del IMSS con el número 2005/1/1/180. Quedó registrado en el Comité Local de Investigación con el No. 2005/3603/081

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno en relación con este artículo.

## Referencias

1. Ministerio de Salud. Guía clínica de cardiopatías congénitas operables en menores de 15 años . Primera edición. Santiago, Chile: Minsal; 2005.
2. Ponce de León S, Molinar F, Dominguez G, Rangel S, Vázquez V. Prevalence of infections in intensive care units in México: A multicenter study. *Crit Care Med.* 2000;28:1316-21.
3. Lodha R, Chandra U, Natchu M, Nanda M, Kabra S. Nosocomial infections in Pediatric intensive care. *Indian J Pediatr.* 2001;68:1063-70.
4. Leal SR, Márquez JA, García-Curiel A, Camacho P, Rincón MD, Ordoñez A et al. Nosocomial pneumonia in patients undergoing heart surgery. *Crit Care Med.* 2000;28:935-40.
5. Tan L, Sun X, Zhu X, Zhang Z, Li J, Shu Q. Epidemiology of nosocomial pneumonia in infants after cardiac surgery. *Chest.* 2004;125:410-7.
6. Bouza E, Perez A, Muñoz P, Pérez J, Rincón C, Sánchez C, et al. Ventilator-associated pneumonia after heart surgery: A prospective analysis and the value of surveillance. *Crit Care Med.* 2003;31:1964-70.
7. Mandankini P, Yatin M, Poonam K, Anshumali C, Vinay K, Naresh T. Ventilator-Associated Pneumonia: Incidence, Risk factors, outcome, and microbiology. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2003;17:22-8.
8. Fischer JE, Allen P, Fanconi S. Delay in extubation in

- neonates and children after cardiac surgery: impact of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2000; 26:942-9.
9. Carrel T, Eisinger E, Vogt M, Turina MI. Pneumonia after cardiac surgery is predictable by tracheal aspirates but cannot be prevented by prolonged antibiotic prophylaxis. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:143-8.
  10. Malviya S, Voepel-Lewis T, Siewert M, Uma A, Rieger L, Tait AI. Risk factors for adverse postoperative outcomes in children presenting for cardiac surgery with upper respiratory tract infections. *Anesthesiology.* 2003;98:628-32.
  11. van Rossum AMC, Wulkan RW, Oudesluys-Murphy AM. Procalcitonin as an early marker of infection in neonates and children. *Lancet Infect Dis.* 2004;4:620-30.
  12. Dörge H, Schöndube F, Dörge P, Seipelt R, Voss M, Messmer B. Procalcitonin is a valuable prognostic marker in cardiac surgery but not specific for infection. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;51:322-6.
  13. Aouifi A, Piriou V, Bastien O, Blanc P, Bouvier H, Evans R, et al. Usefulness of procalcitonin for diagnosis of infection in cardiac surgical patients. *Crit Care Med.* 2000;9:3171-6.
  14. Reith HB, Mittelkötter U, Debus ES, Küssner C, Thied A. Procalcitonin in Early Detection of Postoperative Complications. *Digestive Surgery.* 1998;15:260.
  15. Arkader R, Toster EJ, Monteiro Abellan D, Rezende Lopes M, Raiz Júnior R, Carcillo JA, et al. Procalcitonin and C-reactive protein kinetics in Postoperative Pediatric Cardiac Surgical Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2004;2:160-5.
  16. Topal AE, Eren MN. Risk factors for the development of pneumonia post cardiac surgery. *Cardiovasc J Afr.* 2012;23:212-5.
  17. Bautista B, de Leon N. Epidemiology of nosocomial pneumonia among infants, children, and adolescents after cardiac surgery at philippine heart center. *Chest.* 2006;130:239s-240s.
  18. Jashiashvili N, Nanuashvili A. Hospital pneumonia following cardiac surgery in children. *Georgian Med News.* 2005;127:22-5.
  19. Lespron M. Respuesta inflamatoria sistémica en cirugía cardiaca. *Arch Cardiol Mex.* 2006;76:92-9.
  20. Shaath GA, Jijeh A, Faruqi F, Bullard L, Mehmood A, Kabbani MS. Ventilator-associated pneumonia in children after cardiac surgery. *Pediatr Cardiol.* 2014;35:627-31.
  21. Roeleveld P, Guijt D, Kuijper E, Hazekamp M, De Wilde R, Jonge E. Ventilator-associated pneumonia in children after cardiac surgery in The Netherlands. *Intensive Care Med.* 2011;37:1656-63.
  22. Tang C, Liu P, Huang Y, Pan J, Lee S, Hsieh K, et al. Ventilator-associated pneumonia after pediatric cardiac surgery in southern Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect.* 2009;42:413-9.
  23. Sponholz C, Sakr Y, Reinhart K, Brunkhorst F. Diagnostic value and prognostic implications of serum procalcitonin after cardiac surgery: a systematic review of the literature. *Critical Care.* 2006;10:11-25.