

# Edema pulmonar de las alturas: una urgencia en pediatría

Luisa Guadalupe Pineda Bahena,\* Martha Aurora Sandoval García,\*\* Jorge Rocha Millán,\*\*\* Jacobo Ovseyevitz Dubovoy\*

## RESUMEN

El edema pulmonar de las alturas es una entidad frecuente de etiología no cardiogénica y que se debe a hipoxia hipobárica. Normalmente sucede en pacientes que estuvieron varios días a nivel del mar y regresan a su lugar de origen, donde la altitud es mayor de 2,500 metros. La falta de adaptación pulmonar genera una hipoxia importante, cuyo cuadro clínico puede confundirse con otras entidades. Presentamos el caso de un sujeto masculino de siete años de edad, quien acudió al Servicio de Urgencias referido por su pediatra por taquicardia sinusal. El objetivo de este reporte es informar acerca del abordaje diagnóstico y terapéutico del edema pulmonar de las alturas debido a que esta condición clínica es frecuente en niños por sus características anatómicas y fisiológicas, y muchas veces es subdiagnosticada o confundida con otras entidades nosológicas que cursan con insuficiencia respiratoria.

**Palabras clave:** Edema pulmonar de las alturas, edad pediátrica, altitud, hipoxia.

**Nivel de evidencia:** IV.

## INTRODUCCIÓN

Existen reportes del edema agudo pulmonar de las alturas desde la antigüedad; sin embargo, es gracias a los trabajos del doctor Denis Jourdanet sobre la patología de los altiplanos mexicanos —y especialmente, del Anáhuac— que conocemos la forma en que se desarrollan dichas afecciones pulmonares a estas

## *High-altitude pulmonary edema: a pediatric emergency*

### ABSTRACT

*High-altitude pulmonary edema is a frequent clinical condition of non-cardiogenic etiology caused by the presence of hypobaric hypoxia. It normally presents itself after patients who spent several days at sea level return to their place of residence with an altitude greater than 2,500 meters. The lack of adaptation generates an important hypoxia that can be confused with other entities. We present the case of a 7-year-old male patient admitted into the Emergency Room referred by his pediatrician for sinus tachycardia. The objective of this report is to inform about the diagnosis and therapeutic treatment of high-altitude pulmonary edema, due to the fact that this clinical condition is common in children because of their anatomical and physiological characteristics and is frequently underdiagnosed.*

**Key words:** *High-altitude pulmonary edema, childhood, altitude, hypoxia.*

**Level of evidence:** IV.

altitudes y por lo cual se han instalado estaciones de altura que permiten evitar el desarrollo del edema agudo pulmonar de las alturas o impedir su evolución en los pacientes susceptibles.<sup>1</sup>

Los individuos que viven en ciudades con altitud menor a 1,200 metros y viajan a altitudes por arriba de los 2,500 metros tienen alto riesgo de enfermedad aguda de las montañas, edema cerebral y pulmonar de las alturas. Las alteraciones del sueño por altitud son normales, aun en ausencia de enfermedad de las alturas.

La enfermedad de las alturas es causada por disminución en la disponibilidad de oxígeno debido a la baja presión atmosférica (hipoxia hipobárica). Aun cuando el porcentaje de oxígeno en el aire ambiente es constante (21%), la presión atmosférica disminuye conforme la altitud aumenta: a mayor altitud, menor oxígeno disponible, lo cual genera hipoxia.

La aclimatación es el proceso por el cual la gente que viaja a una mayor altura se adapta fisiológicamente a la hipoxia en un periodo de días a semanas. La mayoría de la gente sana puede aclimatarse en un

\* Médico Pediatra.

\*\* Médica adscrita al Servicio de Pediatría.

\*\*\* Médico adscrito al Servicio de Urgencias Pediátricas.

Centro Médico ABC Santa Fe.

Recibido para publicación: 25/09/2015. Aceptado: 16/02/2016.

Correspondencia: Luisa Guadalupe Pineda Bahena

Centro Médico ABC Santa Fe. Consultorio 1 A Pediatría.  
Avenida Carlos Graff Fernández Núm 154, Col. Tlaxala,  
05300, Del. Cuajimalpa de Morelos, México, D.F.

Tel: 1664-7201

E-mail: lgp4@hotmail.com

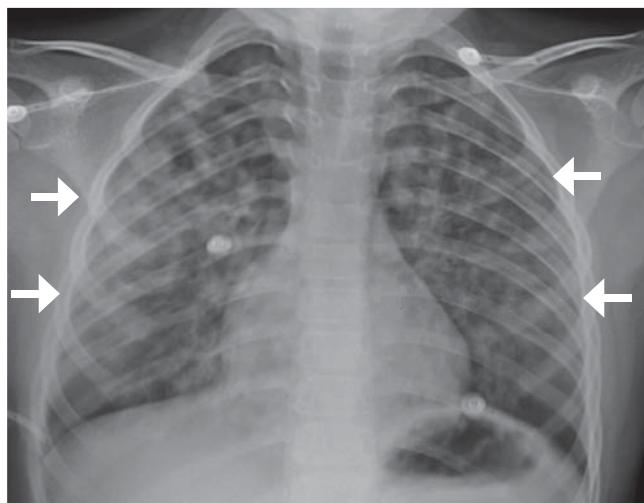
Este artículo puede ser consultado en versión completa en:  
<http://www.medigraphic.com/analesmedicos>

rango muy amplio de altitud; este proceso adaptativo es similar a las adaptaciones que permiten que el feto tolere una existencia hipóxica.<sup>1</sup>

#### Reporte del caso

Paciente masculino con siete años de edad que acudió a consulta por presentar palpitaciones y disnea de ocho horas de evolución; el electrocardiograma reveló taquicardia sinusal, por lo que fue referido al Servicio de Urgencias. No tenía antecedentes perinatales de importancia; desarrollo psicomotor acorde a la edad; esquema de inmunizaciones completo. Como antecedentes patológicos, refirió dermatitis atópica. Al interrogatorio dirigido refirieron vacaciones una semana previa a su ingreso en una ciudad al nivel del mar, el día anterior regresaron a la Ciudad de México.

A la exploración física, se encontró alerta, con Glasgow de 15, signos vitales: tensión arterial 102/86 mmHg, frecuencia cardiaca 126 latidos por minuto, frecuencia respiratoria 45 por minuto, saturación arterial de oxígeno 74%, temperatura 36°C. Palidez tegumentaria, mucosa oral seca, tórax con movimientos ventilatorios aumentados, tiraje intercostal, uso de músculos accesorios, disociación toracoabdominal; a la auscultación, estertores crepitantes bilaterales, extremidades frías, con piel marmórea, pulsos distales débiles y llenado capilar de cuatro segundos.



**Figura 1.** Radiografía anteroposterior de tórax en donde se observan múltiples opacidades con patrón alveolar de distribución difusa en ambos hemitórax, patrón compatible con edema agudo pulmonar (flechas).

#### Estudios de laboratorio y gabinete:

Gasometría venosa: pH 7.38, PCO<sub>2</sub> 35, PaO<sub>2</sub> 29, lactato 2.9, HCO<sub>3</sub> 21.4, EB -3.9.

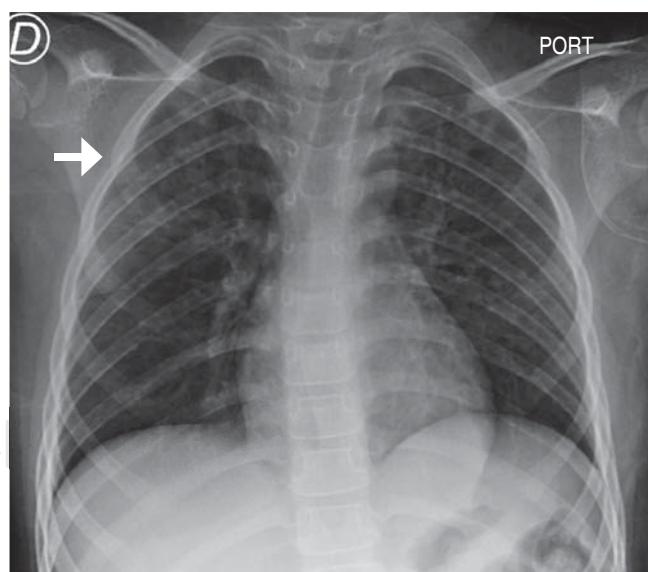
Radiografía de tórax (*Figura 1*).

Se estableció el diagnóstico de insuficiencia respiratoria secundaria a edema pulmonar de las alturas, por lo que se inició tratamiento con líquidos intravenosos, administración de oxígeno a través de mascarilla facial a 10 litros por minuto y nebulizaciones con broncodilatador. Egresó al día siguiente por mejoría clínica; se tomó nueva radiografía de tórax que mostró disminución en el patrón intersticial (*Figura 2*).

#### DISCUSIÓN

El edema pulmonar de las alturas es una forma de edema pulmonar no cardiógeno que puede llegar a ser fatal. Este síndrome generalmente ocurre en individuos que ascienden rápidamente a alturas mayores de 3,600 metros; sin embargo, puede ocurrir desde una altitud de 1,800 metros.<sup>2</sup>

Si bien se presenta en cualquier grupo etario, los niños son más susceptibles que los adultos. Existe ciertos factores anatómicos que hacen a los lactantes



**Figura 2.** Control radiológico a las 24 horas. Radiografía anteroposterior de tórax portátil en donde se observa disminución significante de las opacidades con patrón alveolar evidenciadas en el estudio anterior; persisten tenues opacidades alveolares en los ápices de predominio derecho (flecha).

y niños pequeños más vulnerables a la hipoxia por un desequilibrio entre la ventilación-perfusión; estos factores incluyen:

- Mayor complianza de la caja torácica.
- Menor cantidad de surfactante (en pacientes prematuros).
- Proporción incrementada del lecho vascular pulmonar con las arteriolas.
- Mayor hiperreactividad en respuesta a hipoxia.
- Menor cantidad de alveolos.
- Diámetros torácicos reducidos.<sup>3,4</sup>

Esto puede traducir mayor frecuencia de enfermedad de las alturas en niños en comparación con los adultos; sin embargo, la mayoría de los niños sanos pueden viajar de forma segura a una altitud hasta de 3,500 metros y no tener mayor riesgo que los adultos.<sup>5</sup>

Existen ciertos factores de riesgo que pueden predisponer a un paciente a presentar enfermedad pulmonar de las alturas: el rápido ascenso, la altitud absoluta alcanzada, el grado de esfuerzo físico y el clima frío. En niños, además, podemos incluir otras condiciones, como:

- Infección de vías respiratorias altas.
- Enfermedad cardiopulmonar congénita (ausencia unilateral de la arteria pulmonar, hipertensión pulmonar, defectos cardíacos).
- Síndrome de Down.
- Enfermedades sistémicas que comprometan la función respiratoria (displasia broncopulmonar, fibrosis quística, anemia de células falciformes, escoliosis grave, enfermedad neuromuscular, apnea obstructiva del sueño).
- Recién nacidos de término menores a seis semanas de vida o prematuros de menos de 46 semanas corregidas.
- Pacientes de término de más de un año de vida con historia de dependencia de oxígeno o hipertensión pulmonar.
- Prematuros de más de 46 semanas de vida corregidas, con historia de dependencia de oxígeno, displasia broncopulmonar o hipertensión pulmonar.

En un estudio realizado en La Oroya, Perú, en 97 pacientes con edades entre dos y 12 años, observaron mayor incidencia de la enfermedad en individuos pediátricos que en adultos.<sup>6</sup>

Las infecciones de vías respiratorias altas (rinofaringitis, bronquitis, otitis media) en el periodo previo al ascenso también predisponen a los niños que viven

en una altura baja al desarrollo de edema pulmonar de las alturas; este fenómeno puede estar relacionado con la liberación de mediadores inflamatorios durante la infección.

Un estudio observacional mostró el seguimiento de siete niños que vivían en Leadville, Colorado, y que se habían recuperado de edema pulmonar de las alturas. Tres niños tenían asociación con una infección respiratoria viral, sin ningún descenso previo; estos sujetos tuvieron una presión pulmonar mayor en respuesta a la hipoxia.<sup>6</sup>

El edema pulmonar de las alturas es la acumulación de líquido en el pulmón debido a un desequilibrio en la ventilación-perfusión, lo cual genera hipoxia hipobárica, que refleja la falta de adaptación a la hipoxia que se encuentra en lugares de gran altitud, incluyendo la pobre respuesta ventilatoria, tono simpático aumentado, exagerada vasoconstricción pulmonar, inadecuada producción de óxido nítrico y la sobreproducción de endotelina; el resultado final es un acúmulo de líquido extravascular en los espacios alveolares, lo cual limita la ventilación y, en algunos casos, puede tener un desenlace fatal.<sup>7-9</sup>

La genética juega un rol importante en el riesgo de esta patología, como podemos observarlo en la gran variabilidad que presentan los individuos susceptibles, las altas tasas de recurrencia entre algunos pacientes y la asociación de este trastorno con alelos antígenos leucocitarios humanos (HLA, por sus siglas en inglés) y polimorfismos genéticos que codifican para receptores de angiotensina y óxido nítrico endotelial.<sup>10</sup>

Por la alteración de la barrera alveolo-capilar, las proteínas de alto peso molecular, células y líquido pasan al espacio alveolar. En algunos casos, el endotelio y las membranas de las células epiteliales se lesionan y generan hemorragia alveolar, este tipo de edema generalmente revierte rápidamente con la simple administración de oxígeno. La resistencia vascular pulmonar regresa a la normalidad un par de días después del viaje.

En niños pequeños, la enfermedad se presenta como un incremento en el patrón respiratorio por más de dos días. Los lactantes y niños pequeños pueden manifestar sólo palidez y disminución del estado de conciencia o algunos síntomas inespecíficos como irritabilidad, llanto, hiporexia, astenia, alteración del patrón del sueño y, en algunos casos, vómito.

En niños, el aumento de la presión pulmonar puede causar hipoxemia grave; además, la oximetría de pulso puede ser relativamente más baja de los valores normales para dicha altitud.

En niños más grandes y adolescentes, puede manifestarse como tos insidiosa, disnea al esfuerzo que no responda con descanso y producción de esputo.

Los síntomas pueden aparecer insidiosamente en el transcurso de horas o días o aparecer súbitamente; los pacientes que ya han tenido algún cuadro de edema pulmonar de las alturas tienen mayor riesgo de recurrencia, esta enfermedad por sí sola no causa fiebre, por lo que en los niños menores que presenten temperatura elevada se debe hacer énfasis en el esquema de inmunizaciones y deberá realizarse el abordaje de algún proceso infeccioso coexistente.

En la exploración física podemos encontrar taquipnea, cianosis, ingurgitación yugular y estertores crepitantes en la auscultación pulmonar. La radiografía de tórax muestra infiltrado intersticial característico de edema pulmonar no cardiogénico. El diagnóstico diferencial incluye neumonía, cortos circuitos intracardiacos no diagnosticados previamente.

El tratamiento para el edema pulmonar de las alturas en niños tiene el mismo objetivo que en pacientes mayores: la disminución de la presión de la arteria pulmonar. Las opciones incluyen limitar el esfuerzo físico y la exposición al frío, proveer oxígeno suplementario con tanque o concentrador; puede usarse terapia hiperbárica y administración de medicamentos apropiados, tales como broncodilatadores. El descenso (simulado o real) y la administración de oxígeno a menudo son efectivos por sí solos, además de que parecen ser superiores a la terapia farmacológica. Pudiera sugerirse el tratamiento ambulatorio con oxígeno suplementario, pero permaneciendo en casa con su familia.

Los niños que normalmente residen en ciudades de gran altitud y manifiestan hipoxia grave u otros síntomas sugestivos de edema pulmonar de las alturas requieren un electrocardiograma y ecocardiograma para descartar hipertensión pulmonar o alguna anormalidad estructural cardiaca.<sup>11</sup>

El ascenso gradual es el método más efectivo para prevenir el edema pulmonar de las alturas; sin embargo, no siempre funciona en todos los individuos. La mayoría de los métodos farmacológicos para prevenirlo actúan reduciendo la hipertensión pulmonar. Todos los ensayos controlados aleatorizados para prevención con algún fármaco se han hecho en pacientes que son conocidos por tener una susceptibilidad alta al edema pulmonar de las alturas, por lo que no pueden ser aplicados para la población en general.

Los individuos que nunca han padecido edema pulmonar de las alturas no deberían usar medicamentos como profilaxis. En los que ya han presentado la enfermedad, el nifedipino es el medicamento de

elección para prevenir la recurrencia. El salmeterol puede usarse en pacientes de alto riesgo, no hay estudios de fármacos que prevengan el edema por ascenso. La acetazolamida parece ser de utilidad en la práctica. Se sugiere el descanso en cama con o sin oxígeno para el tratamiento. El descanso parece ser útil en la prevención.<sup>12</sup>

Es importante dar algunas recomendaciones a los cuidadores de niños que van a viajar: los niños sanos deberían ascender a grandes altitudes lentamente y sólo si el descenso rápido es posible en caso de problemas. Aunque generalmente pueden soportar alturas entre 3,500 y 5,000 metros, los adolescentes ya pueden tolerar algunas más elevadas.<sup>13</sup>

Si el niño recientemente ha tenido una infección de vías respiratorias altas o bajas u otitis media, deberá tenerse mayor precaución en el ascenso.

Los lactantes y niños con alguna patología de base tienen un riesgo mayor de complicaciones, incluyendo exacerbación de su condición o edema pulmonar de las alturas que amenace la vida.

Los pacientes con anemia de células falciformes que viven al nivel del mar deben tener ascensos paulatinos, ya que pueden presentar una crisis hemolítica con alturas tan bajas como 1,500 metros.<sup>14</sup>

En el caso de pacientes asmáticos, pueden sentir mejoría en sus síntomas debido a una relativa disminución en los alérgenos a alturas elevadas; sin embargo, el broncoespasmo por frío o por ejercicio puede empeorar.<sup>15</sup>

Los niños con enfermedad crónica pulmonar como fibrosis quística o displasia broncopulmonar tienen mayor riesgo de sufrir hipoxemia y deben monitorizar la saturación de oxígeno durante el viaje.<sup>16,17</sup>

Se considera que los niños que logran correr y jugar sin disnea pueden no tener problema en alturas menores a 3,600 metros, aunque pudieran necesitar aporte de oxígeno suplementario.

Los lactantes y niños con patología cardíaca que involucre un aumento en el flujo pulmonar o hipertensión pulmonar tienen un riesgo incrementado para edema pulmonar de las alturas con altitudes relativamente bajas. Además, estos pacientes deberían evitar exponerse a grandes alturas. Sujetos con otro tipo de defectos cardíacos que incrementen el flujo pulmonar, tales como defectos del septum auricular o ventricular o con ducto arterioso, también tienen un riesgo elevado de presentar esta patología.

Los niños con trisomía 21 tienen reactividad vascular pulmonar incrementada y un alto riesgo de hipertensión pulmonar en comparación con los niños sanos, además del riesgo que poseen de tener cardio-

patías congénitas. Estos factores son los responsables de predisponerlos a presentar edema pulmonar de las alturas aun en ciudades no tan altas.

Los menores a seis semanas de vida y aquellos menores de un año que tengan historia de requerimiento de oxígeno o hipertensión pulmonar tienen *per se* limitantes fisiológicas que los exponen a un mayor riesgo cuando se encuentran entre los 3,000 y 5,000 metros.<sup>18</sup>

## CONCLUSIÓN

El edema agudo pulmonar de las alturas es una entidad relativamente frecuente en niños; sin embargo, es subdiagnosticada. Puede confundirse con un proceso neumónico, por lo que es fundamental descartarlo con los datos clínicos y de laboratorio. Es más común en niños pequeños por sus condiciones anatómicas, por lo que debe sospecharse en pacientes que tengan antecedente de viaje reciente a una ciudad de menor altitud y estén de regreso en su ciudad; los síntomas son consecuencia de la hipoxia, por lo que el tratamiento más efectivo es el reposo y el aporte de oxígeno suplementario, aunque en algunos casos pudiera utilizarse broncodilatador.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Auvinet G. El doctor Denis Jourdanet; su vida y su obra. *Gac Méd Méx.* 2004; 140 (4): 426-429.
2. Durmowicz AG. Pulmonary edema in 6 children with Down syndrome during travel to moderate altitudes. *Pediatrics.* 2001; 108 (2): 443-447.
3. Mortola JP, Fisher J. Dynamics of breathing in infants. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1982; 52 (5): 1209-1215.
4. Hislop AA, Haworth SG. Airway size and structure in the normal fetal and infant lung and the effect of premature delivery and artificial ventilation. *Am Rev Respir Dis.* 1989; 140 (6): 1717-1726.
5. Moraga FA, Osorio JD, Vargas ME. Acute mountain sickness in tourists with children at Lake Chungará (4400 m) in northern Chile. *Wilderness Environ Med.* 2002; 13 (1): 31-35.
6. Duster MC, Derlet MN. High-altitude illness in children. *Pediatr Ann.* 2009; 38 (4): 218-223.
7. Stream JO, Grissom CK. Update on high-altitude pulmonary edema: pathogenesis, prevention, and treatment. *Wilderness Environ Med.* 2008; 19 (4): 293-303.
8. Bärtsch P, Mairbaurl H, Maggiorini M, Swenson ER. Physiological aspects of high-altitude pulmonary edema. *J Appl Physiol.* 1985. 2005; 98 (3): 1101-1110.
9. Scherzer U, Allemann Y, Rexhaj E, Rimoldi SF, Sartori C. Mechanisms and drug therapy of pulmonary hypertension at high altitude. *High Alt Med Biol.* 2013; 14 (2): 126-133.
10. Luo Y, Zou Y, Gao Y. Gene polymorphisms and high-altitude pulmonary edema susceptibility: a 2011 update. *Respiration.* 2012; 84 (2): 155-162.
11. Das BB, Wolfe RR, Chan KC, Larsen GL, Reeves JT, Ivy D. High-altitude pulmonary edema in children with underlying cardiopulmonary disorders and pulmonary hypertension living at altitude. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2004; 158 (12): 1170-1176.
12. Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, Auerbach PS, Rodway GW, Schoene RB et al. Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med.* 2010; 21 (2): 146-155.
13. Cosby RL, Sophocles AM, Durr JA, Perrinjaquet CL, Yee B, Schrier RW. Elevated plasma atrial natriuretic factor and vasopressin in high-altitude pulmonary edema. *Ann Intern Med.* 1988; 109 (10): 796-799.
14. Neumann K. Children at altitude. *Travel Med Infect Dis.* 2007; 5 (2): 138-141.
15. Harris MD, Terrio J, Miser WF, Yetter JF 3rd. High-altitude medicine. *Am Fam Physician.* 1998; 57: 1907-1914.
16. Carpenter TC, Niermeyer S, Durmowicz AG. Altitude-related illness in children. *Curr Probl Pediatr.* 1998; 28 (6): 181-98.
17. Smith KM. High altitude illness and dysbarism. In: Barkin RM, Caputo GL. *Pediatric emergency medicine: concepts and clinical practice.* St. Louis, MO: Mosby; 1997. pp. 511.
18. Pollard AJ, Murdoch DR, Bärtsch P. Children in the mountains. *BMJ.* 1998; 316 (7135): 874-875.