

Edema pulmonar de altura por re-ascenso en pacientes pediátricos

Reentry High-Altitude Pulmonary Edema in Pediatric Patients

Luis Riaño López^a, Rossana Figueredo^a, Pablo Vásquez-Hoyos^{a,b}

^aDepartamento de Pediatría. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá, Colombia.

^bDivisión de Cuidado Crítico Pediátrico. Hospital de San José, Bogotá, Colombia.

Recibido: 3 de agosto de 2020; Aceptado: 3 de noviembre de 2020

¿Qué se sabe del tema que trata este estudio?

El edema pulmonar de las alturas sucede en personas sin adaptación al ascender a más de 2500 msnm, sin embargo, también puede ocurrir en personas adaptadas que regresan de zonas de baja altura.

¿Qué aporta este estudio a lo ya conocido?

Se reportan seis casos pediátricos que requirieron oxigenoterapia por edema pulmonar de altura al regresar de zonas de baja altura a 2660 msnm. Se destaca su importancia como diagnóstico diferencial de casos de edema pulmonar en ciudades de gran altura.

Resumen

El edema pulmonar de las alturas (EPA) ocurre cuando una persona sin adecuada adaptación pulmonar asciende a más de 2500 metros sobre el nivel del mar. Suele ser más frecuente entre quienes viven en bajas alturas, sin embargo, puede ocurrir en personas que viven a gran altura y descienden a altitudes menores por un período corto de tiempo, lo cual se denomina edema pulmonar de alturas por re-ascenso (EPAr). **Objetivo:** Describir el curso clínico, diagnóstico y manejo del EPAr en pacientes pediátricos, y lograr un abordaje temprano que permita reducir complicaciones. **Casos Clínicos:** Se presentan 6 casos de pacientes pediátricos diagnosticados de EPAr en un hospital de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá, Colombia, entre 2013-2018. Todos residían en Bogotá, 5/6 eran hombres, la mediana de edad 11 años, 4/6 tenían antecedentes de enfermedad pulmonar y 5/6 requirieron un sistema de oxígeno en alto flujo. En todos los casos, la radiografía de tórax informó opacidades y 2/6 tenían hipertensión pulmonar en el ecocardiograma. Todos fueron tratados inicialmente como neumonía bacteriana o asma y aunque evolucionaron adecuadamente, estos tratamientos inadecuados pueden generar complicaciones. **Conclusión:** El diagnóstico, tratamiento y prevención del EPA es importante, ya que usualmente se confunde con patologías pulmonares infecciosas debido a su curso clínico similar, esto lleva a que no sea tratado de manera adecuada y puede generar complicaciones. Se sugiere que, en pacientes con historia reciente de ascenso a ciudades de elevada altitud, se considere como diagnóstico diferencial.

Palabras clave:

Edema Pulmonar;
Enfermedad de la
Altura;
Hipertensión
Pulmonar;
Hipoxia

Correspondencia:
Rossana Figueredo
rfigueredo@fucsalud.edu.co

Abstract

High-altitude pulmonary edema (HAPE) occurs when a person without adequate pulmonary adaptation ascends above 2500 meters above sea level. Usually, it is more frequent among those living at low altitudes, however, it can occur in people who live at high altitudes and descend to lower ones for a short time, which is called re-entry HAPE. **Objective:** To describe the clinical course, diagnosis, and management of re-entry HAPE in pediatric patients, and to achieve an early approach to reduce complications. **Clinical Cases:** We present 6 cases of pediatric patients diagnosed with re-entry HAPE in a fourth level hospital in Bogotá, Colombia, between 2013 and 2018. All patients resided in Bogotá, 5/6 were male, the median age was 11 years, 4/6 had a history of lung disease, and 5/6 required a high-flow oxygen device. In all cases, the chest X-ray reported opacities and 2/6 showed pulmonary hypertension on the echocardiogram. All patients were initially treated for bacterial pneumonia or asthma and, although they progressed adequately, these inadequate treatments can cause complications. **Conclusion:** The diagnosis, treatment, and prevention of HAPE are important since it is usually confused with infectious pulmonary pathologies due to its similar clinical course, which leads to inadequate treatment and can generate complications. The suggestion is that HAPE should be considered as a differential diagnosis in patients with a recent history of ascending to high altitude cities.

Keywords:

Pulmonary Edema;
Altitude Sickness;
Pulmonary
Hypertension; Hypoxia

Introducción

El edema pulmonar de las alturas (EPA) es un edema no cardiogénico que se produce como consecuencia de una exposición aguda a hipoxia hipobárica generado por un descenso rápido en las presiones atmosféricas^{1,2}; esta condición afecta a sujetos susceptibles que no logran una adecuada adaptación pulmonar cuando se asciende a más de 2.500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Se ha observado, que esta patología es más frecuente en personas que viven en bajas alturas al ascender rápidamente a mayor altitud³, sin embargo y aunque menos frecuente, algunas personas que viven durante años a gran altura y descienden a altitudes menores por un periodo corto de tiempo, pueden desarrollar EPA al volver a ascender; lo cual se denomina edema pulmonar de alturas por re-ascenso (EPAr)^{4,5}.

La incidencia mundial de EPA clásico (EPAc) varía entre 0,01% hasta el 31% según las series⁶, sin embargo, se desconoce la incidencia de EPAc y EPAr en los andes latinoamericanos. Por otra parte, estudios sobre EPA muestran que la población pediátrica entre los 2 y 20 años es más susceptible a los cambios de altura⁷, aunque no se conoce cuál es la incidencia en esta edad, lo que la convierte en una enfermedad muy poco documentada.

El EPA generalmente se manifiesta durante 2 a 4 días posterior al ascenso, iniciando frecuentemente durante la noche. Sus síntomas constan de disnea, debilidad y tos seca que progresa a tos productiva; al examen físico se evidencia fiebre, taquicardia, taquipnea y crépitos pulmonares. En las imágenes diagnósticas se puede observar opacidades alveolares y alteración del parénquima pulmonar, generando que el cuadro de EPA pueda confundirse fácilmente con un proceso

infeccioso pulmonar cuando el personal de salud desconoce la existencia de esta patología lo que los lleva a realizar manejos incorrectos con antibióticos, lo cual es muy frecuente en el medio hospitalario^{2,4}.

El EPA clásica o por re-ascenso, son enfermedades poco comunes pero de gran significancia clínica en países que cuentan con gran variedad de zonas geográficas en los que es muy fácil cambiar de altitud de forma rápida; la mayoría de los estudios de esta condición médica se encuentran dirigidos hacia personas que presentan EPAc pero también hay un gran número de pacientes que presenta EPAr, la cual, debido a su poca documentación suele ser sub diagnosticada, y por consiguiente los pacientes no reciben un manejo adecuado. El objetivo de este manuscrito es describir el curso clínico, diagnóstico y manejo del EPAr, para alertar al personal médicos de esta posibilidad diagnóstica y lograr un abordaje temprano que permita reducir complicaciones por tratamientos inadecuados.

Casos Clínicos

Se describen 6 casos clínicos de pacientes pediátricos diagnosticados de EPAr entre 2013-2018 en un hospital de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá. De los seis casos presentados cinco eran de sexo masculino y la mediana de edad fue de 11 años (Rango intercuartillo [RIQ] 3). Cuatro de los casos refirieron antecedentes de alguna patología respiratoria que requirió hospitalización previa como neumonía, bronquiolitis, asma o apnea obstructiva del sueño. Todos los pacientes vivían en la ciudad de Bogotá (2.640 m.s.n.m.) así al conocer el lugar de desplazamiento (Mediana de altura 326, IRQ 254 m.s.n.m.) se pudo llegar al diagnóstico

Tabla 1. Características generales de los pacientes

Característica del viaje	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Altitud de Origen*	2.640	2.640	2.640	2.640	2.640	2.640
Ciudad destino	Campo alegre	Cartagena de Indias	Girardot	Santa Marta	Florenca	Yopal
Altitud de la ciudad*	525	2	326	15	242	390
Cambio de altitud*	2.115	2.638	2.314	2.625	2.398	2.250
<i>Síntomas</i>						
Tiempo de síntomas	2 días	12 horas	1 semana	1 día	2 días	1 día
Disnea	+	+	-	-	-	-
Espujo	+	-	+	+	-	+
Tos	+	+	+	+	+	+
Dolor torácico	+	-	-	-	-	-
Cianosis	+	+	+	-	-	+
Estertores o crépitos pulmonares	+	+	+	-	-	-
Dificultad respiratoria	+	+	+	-	+	+
Polipnea	-	+	+	-	-	+
Fiebre	-	-	+	-	+	-

*Metros sobre el nivel del mar.

de EPara dado que todos los lugares se encontraban a una altitud menor que la ciudad de Bogotá (Cambio de altitud mediana de 2.625, RIQ 360 m.s.n.m.). El resto de las características generales de los casos se presentan en la tabla 1.

Cinco de los 6 pacientes requirieron manejo en unidad de cuidado intensivo pediátrico (UCIP) por la gravedad de la hipoxemia (oxígeno por sistemas de alto flujo) y presencia de dificultad respiratoria. De los estudios de laboratorio, solo a un paciente se tomó gases arteriales que mostró acidosis respiratoria (pH 7,30; PCO₂ 34,6 mmHg) con trastorno de oxigenación (PaO₂/FiO₂ 205; SatO₂/FiO₂ 303) e hiperlactatemia (4,5 mmol/L). En los demás pacientes no se les solicitó gases, pero su relación SatO₂/FiO₂ mediana de ingreso fue de 284 (RIQ 165). En 3 casos se solicitó hemograma el cual se encontraban dentro de límites normales; sin embargo, un paciente traía reporte extrahospitalario de un hemograma con leucocitosis severa (40.000 cel/mm³). En todos los casos la radiografía de tórax tenía opacidades de parénquima (tabla 2) y en 2 de los 6 casos se reportó hipertensión pulmonar por medio de ecocardiograma.

La mitad de los pacientes fueron diagnosticados en primera instancia como una enfermedad pulmonar infecciosa y tratados con antibiótico, uno de estos casos fue diagnosticado como una crisis asmática debido a los antecedentes del paciente y fue manejado con corticoide y broncodilatador; los manejos instaurados

Tabla 2. Reporte de imágenes diagnósticas

	Radiografía de tórax
Caso 1	Infiltrados alveolares difusos con atelectasia apical derecha
Caso 2	Infiltrados intersticiales difusos en lóbulos superiores bilaterales
Caso 3	Opacidades alveolares alveolares difusas
Caso 4	Infiltrados alveolares difusos
Caso 5	Patrón intersticial reticular basal derecha sin consolidación
Caso 6	Opacidades homogéneas que involucran casi la totalidad del hemitórax derecho con borramiento parcial del ángulo costo frénico derecho e infiltrados pseudonodulares en ambos campos pulmonares (Figura 1)

inicialmente fueron suspendidos posterior al diagnóstico de EPara y recibieron el manejo apropiado que consiste en el uso exclusivo de oxígeno suplementario según necesidad todos con respuestas rápidas y evolución corta de su enfermedad (mediana de estadía hospitalaria de 5 días, RIQ 1). En la tabla 3 se detallan los manejos previos utilizados.

En dos de los casos se realizó radiografía de control a las 24 horas donde se evidenció la mejoría del edema pulmonar (figura 1). Todos los pacientes evolucionaron satisfactoriamente, la oxigenoterapia fue retirada progresivamente hasta el egreso hospitalario.

Tabla 3. Tratamientos recibidos previo al diagnóstico y estancia hospitalaria

Característica	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Oxígeno	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Furosemida	Si	Si	Si	No	No	No
Corticoide	No	No	No	No	Si	Si
Beta agonista	No	No	No	No	Si	Si
Antibiótico	No	No	Si	No	Si	Si
Estancia hospitalaria (días)	4	4	6	4	5	5

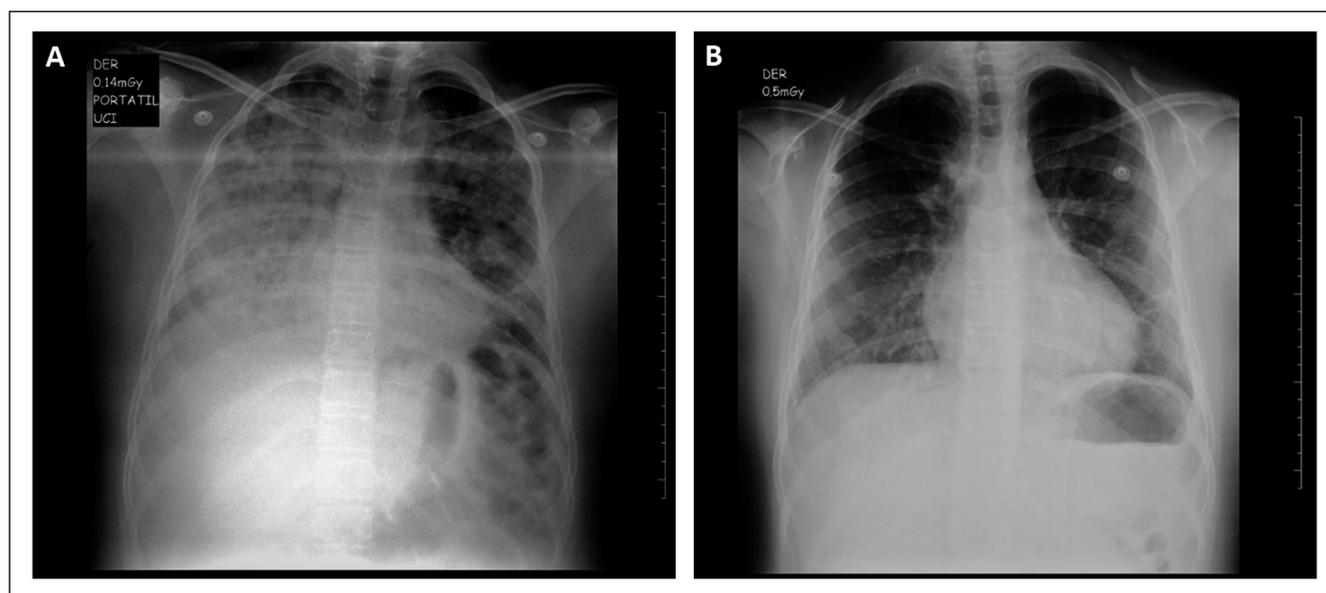


Figura 1. Caso 6, en la imagen **A** se observa la radiografía de ingreso donde se evidencian opacidades homogéneas en hemitórax derecho con borramiento parcial del ángulo costo frénico derecho e infiltrados pseudonodulares en ambos campos pulmonares. En la imagen **B** se observa la radiografía de control tomado a las 24 h en la cual se observa mejoría las opacidades pulmonares con persistencia de estas a nivel bibasal.

Discusión

Se presentan 6 casos de pacientes con edema pulmonar de alturas por re-ascenso en los cuales no se sospechó el diagnóstico de forma inicial lo que llevo a manejos innecesarios, con buena evolución clínica al retirar las terapias y permitir que la enfermedad resolviera de forma espontánea con el uso de oxigenoterapia.

Este edema se genera ante el cambio rápido de la disponibilidad de oxígeno por el cambio de altitud, lo cual desencadena una serie de procesos fisiológicos ante la exposición a hipoxia, entre los que se encuentran: vasoconstricción pulmonar irregular y exagerada, disminución de la liberación de sustancias vasoactivas como el óxido nítrico, disminución en la reabsorción de secreciones alveolares y aumento del tono simpático; todo esto generando hipertensión pulmonar que

lleva a extravasación de líquido intersticial, produciendo edema pulmonar y alteración de la mecánica ventilatoria³. Todos estos procesos ocurren típicamente en personas que viven en bajas alturas y que no tienen buena capacidad pulmonar para adaptarse rápidamente a estos cambios de altitud, produciendo la forma clásica de esta entidad (EPAc).

Cuando se trata de un edema de re-ascenso (EPAr), que se produce en pacientes con tiempo de adaptación pulmonar adecuada, se ha propuesto que el músculo liso vascular de los capilares pulmonares encargados de la protección frente a hipoxemia, involuciona durante el tiempo que el individuo permanece a baja altitud dejándolo desprovisto de los mecanismos adaptativos para tolerar grandes altitudes^{8,9}; otra teoría apunta al volumen sanguíneo, puesto que la exposición prolongada a grandes altitudes genera un aumento de glóbulos rojos los cuales disminuyen a ba-

jas altitudes generado un aumento compensatorio del volumen plasmático, lo que puede explicar el edema pulmonar al retornar a altas altitudes¹⁰. Así mismo, se sabe que esta condición clínica es más frecuente en la edad pediátrica, ya que tienen un tono muscular arteriolar pulmonar aumentado por lo que la actividad vasomotora es mayor haciéndolos más hiperactivos ante los cambios de presión que los adultos⁸.

Varios estudios reportan que los pacientes con antecedentes de hipoxia perinatal, patologías pulmonares previas como infecciones virales o alteraciones anatómicas congénitas que aumenten la presión pulmonar pueden predisponer a la presentación de EPA^{8,9,11,12} lo cual es concordante con los casos expuestos que tenían antecedentes de enfermedad pulmonar que requirió hospitalización previa como neumonía, bronquiolitis, asma o síndrome de apnea obstructiva del sueño, lo cual puede estar relacionado con el desarrollo de EPA en estos pacientes.

El diagnóstico de EPA se realiza con los criterios del consenso de Lake Luise (1991), los cuales incluyen síntomas como: disnea en reposo, tos, debilidad o disminución de la tolerancia al ejercicio, y signos como: sibilancias o estertores en al menos un campo pulmonar, taquipnea o taquicardia con antecedente de viaje reciente^{3,5}. El diagnóstico se hace con al menos 2 síntomas y 2 signos, sin embargo, las manifestaciones del EPAra pueden ser más inespecíficos como cefalea, letargo, alteración en la memoria y falta de sueño, evidenciando cianosis y facies pletóricas²; por otra parte estos pacientes pueden presentar leucocitosis con neutrófilia⁶ como se evidencio en 1 de los casos presentados y la radiografía de tórax muestra hallazgos similares a un proceso neumónico, lo que hace más difícil su diagnóstico. Esto explica, que en la mitad de los casos de este reporte, se realizó un diagnóstico inicial diferente a EPA, sin embargo, debido a la evolución clínica, el lugar de residencia, el antecedente de viaje reciente a lugares de menor altitud, reporte de laboratorios no conclusivos de infección, las imágenes radiológicas compatibles con hallazgos de edema pulmonar con mejoría radiológica del mismo en las 24 horas siguientes lo cual es característico del EPA¹⁰ y la buena respuesta al retirar el manejo inicial instaurado, se logró el diagnóstico de EPAra.

El tratamiento no difiere entre el EPAc y el EPAra, la mayor evidencia se encuentra dirigida al descenso real de altura y en caso de no ser posible, la simulación del descenso se debe hacer con terapia hiperbárica o con aporte de oxígeno suplementario con el fin de disminuir la presión arterial pulmonar^{1,5,6}, lo que explica la mejoría clínica de todos los paciente al ser manejados con oxígeno suplementario de alto flujo. En 3 casos los pacientes recibieron manejo con furosemida sin ninguna complicación, sin embargo, la literatura

refiere que el manejo con diuréticos es controvertido, si bien puede ayudar en la eliminación de líquido extracelular sus efectos adversos son mayores por lo que no se recomienda su uso de rutina^{1,2,5}.

En cuanto a pronóstico, se sabe que los pacientes que presentan EPA en algún momento de su vida son más susceptibles al cambio de alturas^{3,5}, por lo tanto se recomienda un ascenso lento para permitir la aclimatación pulmonar³, también pueden usarse medicamentos como el nifedipino el cual genera una vasodilatación pulmonar y sistémica, sin embargo, por la activación simpática a grandes alturas el efecto en la circulación sistémica es mínimo⁵; la dosis recomendada es de 1-5 mg/kg/día cada 8 horas para pacientes en edad pediátrica², iniciando 1 día antes de ascender y hasta 2 días después de llegar al lugar de destino^{5,9}. Se ha planteado el uso de otros medicamentos como: beta2agonistas, inhibidores selectivos de la fosfodiesterasa 5 e inhibidores de la anhidrasa carbónica con resultados aparentemente satisfactorios, sin embargo, las muestras de los estudios son pequeñas y no se encuentran estudios en población pediátrica por lo cual se debe tener precaución con su uso^{3,13}. Por último, en caso de que el niño este cursando con una infección respiratoria en el momento del ascenso se recomienda retrasar el viaje hasta la resolución del cuadro agudo⁹.

Conclusión

El diagnóstico oportuno (preguntar por viajes a otras altitudes en casos agudos de enfermedad pulmonar con hipoxemia), el tratamiento adecuado (soporte de oxigenoterapia según gravedad, usualmente con terapias de alto flujo por ser bien toleradas) y la prevención del EPAra (evitar ascensos rápidos en paciente susceptibles) es importante, ya que usualmente se confunde con patologías pulmonares infecciosas debido a su curso clínico similar, esto lleva a que no sea tratado de manera adecuada y puede generar complicaciones. Se sugiere que, en pacientes con historia reciente de ascenso a ciudades de elevada altitud, se considere como diagnóstico diferencial.

Responsabilidades Éticas

Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos: Los autores declaran

que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado: Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Gutiérrez Gómez VM, Hernández Trujillo I, Reyes Ramos G, Gómez Guadarrama D. Edema pulmonar de altura. Presentación de cinco casos pediátricos. *Arch Inv Mat Inf* 2014;6(3):127-37.
- Romo Pinos E, Guevara Pérez Y, Idrovo Avecillas R, Vele Quito V. Edema pulmonar de altura. Reporte de un caso y revisión de la literatura. *Rev. Finlay*. 2018;8(1):80-4.
- Von Sneidern E, Whang CB, Vásquez MC, et al. Un adolescente con recurrencia de edema pulmonar de las alturas. *Pediatría*. 2012;45(4):252-8.
- Luks AM, Schoene RB, Swenson ER. High Altitude. In: Broaddus VC, Mason RJ, Ernst JD, et al., editors. *Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine* 2016. p. 1367-84.e4.
- López de Guimaraes D. Edema pulmonar agudo de reascenso: caso observado en Huaraz, Ancash, Perú. *Acta Méd Peruana* 2008;25(2):92-5.
- Borda A, Bastidas A, Pernet F. Edema pulmonar inducido por las alturas. *Rev. Colomb. Neumol*. 2009;21(1):21-8.
- Ucrós S, Dueñas E, Llano G, Posada E, Triana G, Navas C. Edema Pulmonar de las Alturas en la Ciudad de Bogotá. *Pediatr. (Revista Colombiana de Pediatría)*. 2002;37:97-109.
- West JB. The Physiologic Basis of High-Altitude Diseases. *Annals of Internal Medicine*. 2004;141(10):789-800.
- Liptzin DR, Abman SH, Giesenhagen A, Ivy DD. An Approach to Children with Pulmonary Edema at High Altitude. *High Alt Med Biol*. 2018;19(1):91-8.
- Baniya S, Holden C, Basnyat B. Reentry High Altitude Pulmonary Edema in the Himalayas. *High Alt Med Biol*. 2017;18(4):425-7.
- Valenzuela Rodríguez G, Jerí McFarlane S. Edema pulmonar de altura. *Rev. Soc. Peru Med. Interna* 2015;28(3):132-5.
- Schwab M, Jayet P-Y, Allemann Y, Sartorini C, Scherrer U. Edema pulmonar de altura. modelo de estudio de la fisiopatología del edema pulmonar y de la hipertensión pulmonar hipoxica en humanos. *Medicina (B. Aires)* 2007;67(1):71-81.
- Nieto Estrada VH, Molano Franco D, Medina RD, González Garay AG, Marti-Carvajal AJ, Arevalo-Rodríguez I. Interventions for preventing high altitude illness: Part 1. Commonly-used classes of drugs. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;6:Cd009761.