

# **TROMBOEMBOLISMO PULMONAR AGUDO (TEP) EN EL PACIENTE PEDIATRICO: REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**Autores:** *Marcela Sánchez Bocanegra; Andrés Fernando López Cadena. Epidemiólogos Clínicos. Universidad el Bosque. 2014*

**Introducción.** El trombo embolismo pulmonar agudo (TEP) es la obstrucción parcial o total del lecho vascular de la arteria pulmonar y/o de sus ramas, esto condiciona una serie de fenómenos fisiopatológicos que en últimas son los responsables de la clínica de la enfermedad. Aunque el trombo embolismo pulmonar agudo es relativamente frecuente en el paciente adulto y es una causa de muerte reconocida, en el paciente pediátrico se desconoce gran parte de la historia clínica y natural de la enfermedad y no hay claridad ni consenso en los hallazgos más frecuentes, sensibles y específicos desde el punto de vista radiológico de esta patología en este grupo de pacientes. **Objetivo.** Identificar cuál(s) es hallazgo radiológico más significativo para diagnosticar TEP agudo en el paciente pediátrico. **Materiales y métodos.** Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura de alcance restringido de estudios observacionales de los últimos 13 años (2000-2013). Las fuentes de información fueron bases de datos PUBMED, EMBASE, MEDLINE entre otras, como fuentes de literatura gris de congresos y revistas colombianas. Los artículos cuales fueron evaluados por 2 investigadores y se definió un 3 evaluador por discrepancias. Estos artículos serán evaluados con la estrategia STROBE y teniendo en cuenta que cumplan la estrategia PICO. **Resultados:** De la revisión sistemática de literatura se obtuvieron 9 artículos que cumplían con los criterios de evaluación y la estrategia PICO. De estos 9 artículos se obtiene con una población de 195 pacientes pediátricos que cumplían con el diagnóstico de TEP agudo. De acuerdo a El diagnóstico de TEP en el paciente pediátrico se distribuyó de en un 65% (113) pacientes en el género femenino respecto al 35% (105) pacientes de género masculino. El 89% (8) de los estudios utiliza como prueba diagnóstica radiológica la angiografía MDCT para el diagnóstico de TEP en este tipo de población. El hallazgo radiológico que más se encuentra en el diagnóstico de TEP agudo en el paciente pediátrico es el Defecto de llenado de la arteria pulmonar con una 67% (109) de los casos, seguido de densidades nodulares y consolidaciones con un 11% cada una. **Conclusión.** El TEP agudo pediátrico es una enfermedad desconocida en la que actualmente se está investigando para su entendimiento, este desconocimiento se extiende a todas las áreas de la salud que intervienen incluyendo la radiología y las imágenes diagnósticas. Encontrar defectos de llenado en la arteria pulmonar, consolidaciones y densidades nodulares en un estudio de MCDTA en un paciente pediátrico con sospecha clínica de TEP agudo, hace altamente probable la presencia de la enfermedad.

**Palabras clave:** TEP agudo, pediátrico, revisión sistemática, MDCT, derrame pleural, consolidaciones, densidades.

## **INTRODUCCIÓN**

El trombo embolismo pulmonar agudo es la obstrucción parcial o total del lecho vascular de la arteria pulmonar y/o de sus ramas, esto condiciona una serie de fenómenos fisiopatológicos que en últimas son los responsables de la clínica de la enfermedad.

Aunque el trombo embolismo pulmonar agudo es relativamente frecuente en el paciente adulto y es una causa de muerte reconocida, en el paciente pediátrico se desconoce gran parte de la historia clínica y natural de la enfermedad y no hay claridad ni consenso en los hallazgos más frecuentes, sensibles y específicos desde el punto de vista radiológico de esta patología en este grupo de pacientes.

Estudios de autopsias retrospectivos demuestran una incidencia aproximada del 4% de TEP agudo en el paciente pediátrico, sin embargo se cree que este valor está muy por debajo de la verdadera incidencia de la enfermedad, situación que puede estar influenciada por sub registro o por desconocimiento de la enfermedad.(1)

El primer reporte de TEP agudo en niños se hizo 1861 por los doctores Stevenson y Stevenson,(2) ellos reportaron un caso pediátrico que termino en la muerte del paciente.

Las diferentes publicaciones presentan incidencias que fluctúan entre 5 y 30 %, esta gran variabilidad probablemente se relacione con los problemas ya mencionados de sub registro y desconocimiento de la enfermedad por parte de los sistemas de salud.(3)

De acuerdo a esto el desconocimiento de esta enfermedad se extiende a todas las disciplinas de la medicina que interactúan alrededor de un paciente pediátrico con sospecha de TEP agudo, particularmente en Imágenes Diagnosticas al revisar las diferentes publicaciones al respecto, se encuentra gran variabilidad en los resultados, nos referimos específicamente a los signos semiológicos que hacen diagnóstico, y a la sensibilidad y especificidad de los mismos.(2) Esta dificultad en muchas ocasiones debilita la exactitud diagnostica de los médicos radiólogos en detrimento del paciente y de su salud. Si logramos estandarizar los hallazgos más frecuentes en radiología que hacen diagnóstico de TEP agudo, teniendo en cuenta la tomografía con contraste en sus diferentes modalidades, es posible que se mejore la exactitud en el diagnóstico y además hacerlo lo más tempranamente en beneficio de la salud del paciente.

Por lo anterior se realizara una revisión sistemática de la literatura con el fin de identificar cuál(s) es el hallazgo radiológico más significativo para diagnosticar TEP agudo en el paciente pediátrico.

## **MATERIALES Y METODOS**

### *Tipo de estudio:*

Revisión sistemática de la literatura descriptiva observacional de alcance restringido.

### *Población de referencia y muestra:*

Para el desarrollo de la presente revisión sistemática, se empleó la estrategia PICO para la definición de las variables de la población, tipo de intervención, comparador de la intervención, los resultados a considerar y periodo de tiempo de publicación de los estudios. La aplicación de la estrategia desarrollada se presenta en el siguiente tabla:

#### *Definición de la estrategia PICO*

P (Población)	Pacientes pediátricos con sospecha de TEP agudo, menores de 18 años, cualquier género o raza
I (Intervención)	Estudios radiológicos (Rx, TAC, AngioTAC de tórax).
C (Comparador)	No se realiza comparación entre pruebas diagnósticas
O (Outcomes)	Tromboembolismo pulmonar agudo.

### *Criterios de elegibilidad*

*Criterios de inclusión:* Estudios de diseño observacional que cumplan con la estrategia PICO, artículos publicados en los últimos 13 años (2000 a 2013) sin restricción de idioma.

*Criterios de exclusión:* Estudios de diseño observacional con menos de 10 pacientes, estudios de TEP agudo en población adulta, estudios de mala calidad metodológica.

*Criterios de calidad:* Para esta evaluación, se tendrán en cuenta la metodología STROBE(5) para estudios observacionales. El porcentaje de aceptación mínimo para esta metodología fue de 80% y los puntos esenciales evaluados y considerados de mayor relevancia fueron relacionados con: diseño del estudio, intervenciones, análisis de sesgo y limitaciones, métodos estadísticos, resultados e interpretación.

*Tipo de intervención:* En los estudios evaluados se analizaron los hallazgos encontrados mediante pruebas diagnósticas radiológicas en el tromboembolismo pulmonar agudo en el paciente pediátrico.

*Selección y búsqueda de la literatura:* Cada uno de los investigadores hizo una revisión de los artículos encontrados a partir de los títulos y resúmenes de cada texto, para evaluar la pertinencia y cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión definidos para esta revisión. Se definió un tercer revisor para aquellos casos donde no hubiera consenso en las evaluaciones de pertinencia por parte de los dos investigadores. Una vez definidos los estudios a incluir, se recuperaron los textos completos de los artículos y cada texto fue evaluado nuevamente por cada investigador y se realizó el análisis de calidad con STROBE, de acuerdo a los estudios a revisar.

De acuerdo a esto la búsqueda sistemática se realizó con los términos DECS-2013:

*Términos de búsqueda en base de datos*

<b>DECS 2013</b>	
Tromboembolismo pulmonar.	Pulmonary Embolism, Pulmonary infarction.
Pediátrico-Joven-Niños.	Pediatrics, Children, childhood, young.
Radiografía, Rayos X, Tomografía, angiografía	Radiography, Tomography, Spiral Computed, Angiography, CT, MDCT,CTA.

De acuerdo a esto se definieron los términos de búsqueda a incluir en la búsqueda de las bases de datos, se definieron las bases de datos a consultar las cuales fueron:

- PUBMED
- EMBASE
- MEDLINE
- SCIENCE DIRECT
- BIBLIOTECA VIRTUAL DE SALUD
- Cochrane date base.

Por lo cual se utilizaron operadores booleanos para determinar y especificar la búsqueda: AND, OR, NOT.

La recuperación de los artículos originales se realizó a través de las bases de datos electrónicas disponibles en la biblioteca Juan Roa Vásquez de la Universidad El Bosque y la biblioteca electrónica de la Universidad Nacional de Colombia.

Adicionalmente, se consultó otras fuentes como publicaciones realizadas por la Sociedad Colombiana de Radiología y memoria de congresos de la misma con el fin de acceder a trabajos locales, no publicados, que pudieran estar relacionados con el objeto de esta revisión.

*Estrategias de búsqueda electrónica*

<b>BASE DE DATOS</b>	<b>TERMINOS</b>	<b>FILTROS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>SELECCIÓN</b>	<b>ELEGIDOS</b>
PUBMED	((“ Pulmonary Embolism “ OR “pulmonary infarction”) AND ( Pediatrics OR Children) AND (radiography OR “Tomography,Spir	Case Reports Comparative Study Journal Article Review Systematic Reviews 10 years Adolescent: 13-18 years Child: 6-12 years	195	14	9

	al Computed “ OR Angiography ))	Child: birth-18 years Infant: 1-23 months Infant: birth-23 months Newborn: birth-1 month Preschool Child: 2-5 years			
	((“ Pulmonary Embolism “ OR “pulmonary infarction”) AND ( Pediatrics OR Children OR childhood OR young) AND (radiography OR Tomography OR “Spiral Computed “ OR Angiography OR CT OR MDCT OR CTA))	Case Reports Comparative Study Journal Article Review Systematic Reviews 10 years Adolescent: 13-18 years Child: 6-12 years Child: birth-18 years Infant: 1-23 months Infant: birth-23 months Newborn: birth-1 month Preschool Child: 2-5 years	238	39	10
Biblioteca Virtual de Salud-BVS	tromboembolismo pulmonar AND db:(“LILACS”) AND mh:(“Embolia Pulmonar” OR “Trombosis de la Vena”) AND type_of_study:(“case_reports”) AND clinical_aspect:(“diagnosis”) AND limit:(“adolescent” OR “child” OR “infant” OR “preschool”)	Case reports diagnosis adolescent child infant preschool	27	9	2
Cochrane Central Register of Controlled Trials	((“ Pulmonary Embolism “ OR “pulmonary infarction”) AND ( Pediatrics OR Children OR childhood OR young) AND (radiography OR Tomography OR “Spiral Computed “ OR Angiography OR CT OR MDCT OR CTA))	Limit 1 to yr="2000 - 2013" <a href="#">Comparative Study</a> <a href="#">Past 5 years</a> <a href="#">Humans</a>	13	5	0
Medline	((“ Pulmonary Embolism “ OR “pulmonary infarction”) AND ( Pediatrics OR Children OR childhood OR young) AND (radiography OR Tomography OR	All child: 0-18 years Tomography, x-ray computed Adiographic image enhanchemet	6	6	2

	"Spiral Computed " OR Angiography OR CT OR MDCT OR CTA))				
EMBASE	(((" Pulmonary Embolism " OR "pulmonary infarction") AND ( Pediatrics OR Children OR childhood OR young) AND (radiography OR Tomography OR "Spiral Computed " OR Angiography OR CT OR MDCT OR CTA))	('case report'/de OR 'clinical article'/de OR 'retrospective study'/de) AND 'thromboembolism'/de AND 'article'/it	27	6	3
Science Direct	(((" Pulmonary Embolism " OR "pulmonary infarction") AND ( Pediatrics OR Children OR childhood OR young) AND (radiography OR Tomography OR "Spiral Computed " OR Angiography OR CT OR MDCT OR CTA))	Journals <a href="#">Humans</a> <a href="#">2000 to 2013</a>	99	15	11

*Extracción y Análisis de Datos:* Dos autores de forma independiente realizaron la evaluación de la calidad de los estudios e hicieron la extracción de los datos de 9 estudios. Para lo anterior se tuvo en cuenta la declaración de STROBE para estudios observacionales para evaluar la calidad de los artículos.

*Descripción artículos seleccionados de TEP agudo pediátrico*

ESTUDIO	REVISTA	OBJETIVO	TIPO DE ESTUDIO	AÑO	EDAD PROMEDIO
---------	---------	----------	-----------------	-----	---------------

<p>1.Children Suspected of Having Pulmonary Embolism: Multidetector CT Pulmonary Angiography—Thromboembolic Risk Factors and Implications for Appropriate Use(6)</p>	<p>radiology.rsna.org. Radiology</p>	<p>Evaluar los factores de riesgo tromboembólicos para embolismo pulmonar (PE) detectado mediante el uso de la tomografía computarizada (TC) la angiografía pulmonar en niños y determinar si esa información puede ser utilizada para un uso más apropiado de la TC angiografía pulmonar en esta población de pacientes</p>	<p>Estudio retrospectivo</p>	<p>2012</p>	<p>14,1 años</p>
<p>2, Pulmonary CT Angiography to Evaluate for Pulmonary Embolism in Children Visiting Adult-Centered Community Hospitals(7)</p>	<p>www.arjonline.org Pediatric Imaging</p>	<p>Determinar la tasa de embolismo pulmonar (PE) en la angiografía pulmonar por TC (CTA) en niños y adolescentes que acuden a los hospitales de la comunidad para adultos.</p>	<p>Estudio retrospectivo</p>	<p>2011</p>	<p>17.3 años</p>
<p>3. Pulmonary Embolism Detected by Pulmonary MDCT Angiography in Older Children and Young Adults: Risk Factor Assessment(8)</p>	<p>www.arjonline.org Pediatric Imaging</p>	<p>Determinar los factores de riesgo de la embolia pulmonar (EP) en los niños mayores y adultos jóvenes que se sometieron a TC pulmonar angiografía (CTA) para la evaluación de sospecha clínica de EP.</p>	<p>Estudio retrospectivo</p>	<p>2012</p>	<p>18 años</p>
<p>4. Evaluation of Pulmonary Embolism in Pediatric Patients with Nephrotic Syndrome with Dual Energy CT Pulmonary Angiography.(9)</p>		<p>Evaluar la prevalencia de la embolia pulmonar (EP) y trombosis de la vena renal en pacientes pediátricos con síndrome nefrótico utilizando combinada de energía dual (DE) por tomografía computarizada (TC) la angiografía pulmonar (CTPA) y TAC flebografía renal y para evaluar si DE CTPA puede mejorar la detección de PE en estos niños.</p>	<p>Estudio transversal</p>	<p>2012</p>	

5. Pulmonary MDCT angiography: value of multiplanar reformatted images in detecting pulmonary embolism in children(10).	www.arjonline.org Pediatric Imaging	Determinar si el uso de multiplanar (MPR) reformateado imágenes de TCMD en el diagnóstico de la embolia pulmonar (EP) en los niños por la facultad radiólogos pediátricos y residentes de radiología afecta el rendimiento lector de parámetros y agrega valor diagnóstico en comparación con el uso de imágenes de TCMD axiales.	Estudio retrospectivo	2011	14.7 años
6. Pulmonary Embolism in Pediatric Patients: Survey of CT Pulmonary Angiography Practices and Policies.(11)	http://acr.sagepub.com/ Acta Radiologica. On behalf of: Nordic Society of Medical Radiology	Determinar la incidencia de PE y otros hallazgos en totax en la TCMD en una población de adultos jóvenes investigado por PE	Estudio Retrospectivo	2010	17.5 años
7. Parenchymal and pleural abnormalities in children with and without pulmonary embolism at MDCT pulmonary angiography.(12)	Department of Radiology and Department of Medicine. Pediatr Radiol	Comparar las frecuencias de parénquima y las anomalías pleurales en los niños con y sin PE en la tomografía computarizada multidetector angiografía pulmonar (CTPA)	Estudio retrospectivo	2012	13,2 años
8. MDCT Pulmonary Angiography Evaluation of Pulmonary Embolism in Children.(13)	www.arjonline.org Pediatric Imaging	Determinar la prevalencia y la distribución anatómica de la embolia pulmonar (EP) en un grupo de pacientes pediátricos consecutivos con sospecha clínica de TEP mediante angiografía pulmonar TCMD (CTA pulmonar)	Estudio retrospectivo	2009	10.5 años
9. Evaluation of pulmonary embolism in a pediatric population with high clinical suspicion.(14)	Department of Radiology, Children's Hospital of Philadelphia. Department of Radiology and Department of Medicine. Pediatr Radiol	Determinar la prevalencia, asociada factores de riesgo y características de las imágenes en nuestra población pediátrica	Estudio retrospectivo	2009	



## RESULTADOS

*Distribución por género:* El diagnóstico de TEP en el paciente pediátrico se distribuyó de en un 65% (113) pacientes en el género femenino respecto al 35% (105) pacientes de género masculino. Evidenciando mayor distribución de la enfermedad en las mujeres.

*Técnica de diagnóstico:* El 89% (8) de los estudios utiliza como prueba diagnóstica radiológica la angiografía MDCT para el diagnóstico de TEP en este tipo de población, evidenciándose que mediante esta se obtiene un diagnóstico para TEP.

*Hallazgos radiológicos:* De acuerdo al análisis de los artículos tomados para esta revisión, se encontró que el defecto de llenado pulmonar es el hallazgo radiológico que más se encuentra en la población pediátrica.

### *Hallazgos radiológicos de TEP agudo en el paciente pediátrico*

ESTUDIO	N	n (TEP)	M	F	Defecto de llenado arteria pulmonar	Consolidación	densidades nodulares	Atelectasias	Derrame pleural
Children Suspected of Having Pulmonary Embolism: Multidetector CT Pulmonary Angiography—Thromboembolic Risk Factors and Implications for Appropriate Use	227	36	18	18	36	0	0	0	0
Pulmonary CT Angiography to Evaluate for Pulmonary Embolism in Children Visiting Adult-Centered Community Hospitals	130	6	3	3	6	0	0	0	0
Pulmonary Embolism Detected by Pulmonary MDCT Angiography in Older Children and Young Adults: Risk Factor Assessment	116	3	0	3	3	0	0	0	0
Evaluation of Pulmonary Embolism in Pediatric Patients with Nephrotic Syndrome with Dual Energy CT Pulmonary Angiography.	32	9	22	10	9	0	0		0

Pulmonary MDCT angiography: value of multiplanar reformatted images in detecting pulmonary embolism in children.	61	60	28	32	9	0	0	0	0
Pulmonary Embolism in Pediatric Patients: Survey of CT Pulmonary Angiography Practices and Policies	387	20	9	11	20	0	0	0	0
Parenchymal and pleural abnormalities in children with and without pulmonary embolism at MDCT pulmonary angiography	44	22	11	11	0	18	2	10	5
MDCT Pulmonary Angiography Evaluation of Pulmonary Embolism in Children.	84	13	6	7	13	0	15	0	0
Evaluation of pulmonary embolism in a pediatric population with high clinical suspicion	92	26	8	18	13	0	0	0	3
<b>Total:</b>	<b>1173</b>	<b>195</b>	<b>105</b>	<b>113</b>	<b>109</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>8</b>

## DISCUSIÓN

En nuestro estudio no se realiza un metaanálisis debido, a que no se encontraron en la revisión sistemática de la literatura realizados estudios clínicos que correlacione este tipo de hallazgos y pruebas diagnósticas. Esto determina la importancia de realizar estudio con estos tipos de pruebas diagnósticas en esta población para describir con mayor precisión estos hallazgos radiológicos.

Se encontró que la modalidad diagnóstica que mejor rendimiento tiene para el diagnóstico de TEP agudo en el paciente pediátrico es la tomografía multicorte con contraste MDCTA, en las diferentes publicaciones el rendimiento superior de esta modalidad con respecto a los hallazgos radiológicos descritos para las modalidades de MDCT y radiografía convencional está claramente demostrado.

El estudio sugiere que si un paciente pediátrico con sospecha de TEP agudo en un contexto clínico apropiado presenta hallazgos tomográficos relacionados con defecto de llenado

endoluminal vascular y consolidación, se debe considerar altamente a posibilidad de TEP, situación que se presenta de igual manera en el paciente adulto.

Con base en los resultados obtenidos en hallazgos más frecuente radiológico identificado en los pacientes con TEP agudo es el defecto de llenado de las estructuras vasculares pulmonares, seguido de la consolidación del espacio aéreo y densidades nodulares, por lo cual estos hallazgos deben ser la prioridad de búsqueda por parte del radiólogo. Los restantes hallazgos semiológicos son inespecíficos y deben ser interpretados cuidadosamente bajo la luz de una correlación clínica apropiada.

También Encontrar defectos de llenado en la arteria pulmonar, consolidaciones nodulares en un estudio de MCDTA en un paciente pediátrico con sospecha clínica de TEP agudo, hace altamente probable la presencia de la enfermedad.

Adicionalmente el estudio identifica, que los factores de riesgo del paciente pediátrico son diferentes a los factores de riesgo del paciente adulto, esto evidencia que es necesario realizar trabajos de investigación adicionales que comprueben con significancia estadística esta diferencia.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El TEP agudo pediátrico es una enfermedad desconocida en la que actualmente se está investigando para su entendimiento, este desconocimiento se extiende a todas las áreas de la salud que intervienen incluyendo la radiología y las imágenes diagnósticas.

De acuerdo a la información encontrada existe un subregistro de la incidencia de la enfermedad y es claro que es más frecuente de lo que se sospecha y diagnostica en la práctica clínica.

Se recomienda como modalidad diagnóstica de elección la MCDTA pues es los artículos revisados se evidencia su mayor rendimiento diagnóstico con respecto a las otras modalidades diagnóstica, ya que su capacidad para detectar defectos de llenado en la arteria pulmonar y detectar consolidaciones es claramente superior en el paciente pediátrico.

Encontrar defectos de llenado en la arteria pulmonar, consolidaciones y densidades nodulares en un estudio de MCDTA en un paciente pediátrico con sospecha clínica de TEP agudo, hace altamente probable la presencia de la enfermedad.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. A. Bonillo Perales JBG, T. Rubí Ruiz, Y. González Jiménez, J. Aguirre Rodríguez y A. Muñoz Hoyos. PULMONARY THROMBOEMBOLISM IN CHILDREN. An Pediatr 2003;58(Supl 1):22-9.
2. Van Ommen CH, Peters M. Acute pulmonary embolism in childhood. Thrombosis research. 2006;118(1):13-25.
3. Dijk FN, Curtin J, Lord D, Fitzgerald DA. Pulmonary embolism in children. Paediatric Respiratory Reviews. 2012;13(2):112-22.

4. Madhvi Rajpurkara, Indira Warriera, Meera Chitlura, Cynthia Sabob, Mary Jane Freyb, Wendy Hollona, et al. Pulmonary embolism—experience at a single children's hospital. *Thrombosis Research - ELSEVIER*. 2007;Volume 119(Issue 6):Pages 699–703.
5. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology [STROBE] statement: guidelines for reporting observational studies. *Gaceta Sanitaria*. 2008;22(2):144-50.
6. Lee EY, Sunny K, Zurakowski D, Johnson VM, Lee NJ, Tracy DA, et al. Children suspected of having pulmonary embolism: multidetector CT pulmonary angiography—thromboembolic risk factors and implications for appropriate use. *Radiology*. 2012;262(1):242-51.
7. Arnold RW, Janitz E, Poulton TB, Bacic J, Frush DP. Pulmonary CT Angiography to Evaluate for Pulmonary Embolism in Children Visiting Adult-Centered Community Hospitals. *American Journal of Roentgenology*. 2011;196(6):W823-W30.
8. Lee EY, Neuman MI, Lee NJ, Johnson VM, Zurakowski D, Tracy DA, et al. Pulmonary embolism detected by pulmonary MDCT angiography in older children and young adults: risk factor assessment. *American Journal of Roentgenology*. 2012;198(6):1431-7.
9. Zhang LJ, Wang ZJ, Zhou CS, Lu L, Luo S, Lu GM. Evaluation of pulmonary embolism in pediatric patients with nephrotic syndrome with dual energy CT pulmonary angiography. *Academic radiology*. 2012;19(3):341-8.
10. Lee EY, Zucker EJ, Tsai J, Tracy DA, Cleveland RH, Zurakowski D, et al. Pulmonary MDCT angiography: value of multiplanar reformatted images in detecting pulmonary embolism in children. *American Journal of Roentgenology*. 2011;197(6):1460-5.
11. Lee EY, Zurakowski D, Boiselle PM. Pulmonary embolism in pediatric patients: survey of CT pulmonary angiography practices and policies. *Academic radiology*. 2010;17(12):1543-9.
12. Lee EY, Zurakowski D, Diperna S, Bastos MdA, Strauss KJ, Boiselle PM. Parenchymal and pleural abnormalities in children with and without pulmonary embolism at MDCT pulmonary angiography. *Pediatric radiology*. 2010;40(2):173-81.
13. Kritsaneepaiboon S, Lee EY, Zurakowski D, Strauss KJ, Boiselle PM. MDCT pulmonary angiography evaluation of pulmonary embolism in children. *American Journal of Roentgenology*. 2009;192(5):1246-52.
14. Victoria T, Mong A, Altes T, Jawad AF, Hernandez A, Gonzalez L, et al. Evaluation of pulmonary embolism in a pediatric population with high clinical suspicion. *Pediatric radiology*. 2009;39(1):35-41.