

Uso de la TAC en pacientes pediátricos con trauma toraco-abdominal: experiencia de un centro de trauma latinoamericano

M.P. Rengifo¹, V. Erazo¹, S. Olaya², L. Torres-Canchala³, A.M. López¹, B. Lara-Coba^{1,4}, O. Morales-Prillwitz², M.J. Gómez³, A. Holguín⁴, E.D. Alzate-Gallego^{1,2}

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Icesi. Cali, Colombia. ²Servicio de Cirugía Pediátrica; ³Centro de Investigaciones Clínicas; ⁴Servicio de Radiología. Fundación Valle del Lili. Cali, Colombia.

RESUMEN

Introducción. La tomografía axial computarizada (TAC) es el método de elección en la evaluación del trauma mayor, sin embargo, aumenta significativamente la exposición a radiación en la población pediátrica. El objetivo de este estudio es determinar diferencias en los desenlaces clínicos de acuerdo con el uso preoperatorio de la TAC.

Métodos. Estudio observacional retrospectivo. Se incluyeron pacientes pediátricos ingresados por trauma que necesitaron manejo quirúrgico, y se clasificaron de acuerdo con el uso previo de TAC. Se evaluó tiempo en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), readmisiones, y muerte.

Resultados. Durante 2011 a 2017, 737 pacientes menores de 18 años consultaron por lesiones de causa externa, 174 requirieron intervención quirúrgica. A 48 (27,6%) se les realizó TAC previo al manejo quirúrgico (Grupo 1); los restantes 126 pacientes (72,4%) fueron llevados directamente a cirugía (Grupo 2). El trauma penetrante se presentó en un 81% de los pacientes, siendo significativamente mayor en el grupo 2 ($p=0,001$). La mediana de edad fue 15 años (rango intercuartílico 12-17) sin diferencia entre los grupos. No hubo diferencias significativas en inestabilidad hemodinámica al ingreso entre los grupos ($p=0,596$). Al momento de la cirugía, tres de 48 pacientes (6,3%) no presentaron ninguna lesión evidente. No hubo diferencias significativas en las readmisiones ($p=0,476$), la mortalidad (0,994) y estancia en UCI (0,466).

Conclusión. El uso de TAC como herramienta diagnóstica en trauma pediátrico no disminuye la mortalidad, días de estancia en UCI, ni el número de readmisiones. Debe protocolizarse el uso de herramientas como la ecografía y radiografía simple para evitar exposición innecesaria a dosis más altas de radiación. Se requieren estudios prospectivos que confirmen esta hipótesis.

PALABRAS CLAVE: Tomografía computarizada de emisión; Pediatría; Heridas y traumatismos; Radiación.

Correspondencia: Dr. Edgar Darío Alzate-Gallego. Servicio de Cirugía Pediátrica, Fundación Valle del Lili, Carrera 98 #18-49. Cali, Colombia. E-mail: edgar.alzate@fvli.org.co

Recibido: Mayo 2020

Aceptado: Diciembre 2020

USE OF CT-SCAN IN PEDIATRIC PATIENTS WITH THORACO-ABDOMINAL TRAUMA: EXPERIENCE AT A LATIN-AMERICAN TRAUMA FACILITY

ABSTRACT

Introduction. CT-scan is the method of choice for major trauma assessment. However, it significantly increases radiation exposure in the pediatric population. The objective of this study was to analyze differences in clinical outcomes according to the preoperative use of CT-scan.

Materials and methods. A retrospective observational study of pediatric patients admitted for trauma and requiring surgery was carried out. Patients were classified according to the previous use of CT-scan. ICU stay, re-admissions, and deaths were assessed.

Results. From 2011 to 2017, 737 patients under 18 years of age with external lesions were treated, 174 of whom required surgery. 48 patients (27.6%) underwent CT-scan prior to the procedure (Group 1), while the remaining 126 patients (72.4%) were directly scheduled for surgery (Group 2). Penetrating trauma occurred in 81% of patients, the proportion being significantly higher in Group 2 ($p=0.001$). Median age was 15 years (interquartile range: 12-17), with no differences between groups. No significant differences were found in terms of hemodynamic instability at admission between groups ($p=0.596$). At surgery, 3 out of 48 patients (6.3%) had no evident lesion. No significant differences were found in terms of re-admissions ($p=0.476$), mortality (0.994), and ICU stay (0.466).

Conclusion. The use of CT-scan as a diagnostic tool in pediatric trauma does not reduce mortality, ICU stay, or number of re-admissions. The use of tools such as ultrasound examination and simple X-ray should be protocolized to avoid unnecessary exposure to higher radiation doses. Prospective studies confirming this hypothesis are required.

Keywords: CT-scan; Pediatrics; Injuries and trauma; Radiation.

INTRODUCCIÓN

El trauma es la principal causa de muerte en lactantes, niños y adolescentes, constituyendo esta entidad uno de los problemas de salud pública más importantes en esta población^(1,2). A nivel mundial se estima que cerca del 25% de la mortalidad por trauma se atribuye a lesiones torácicas^(3,4) y

hasta el 80% de todos los traumatismos torácicos en niños se deben a trauma contuso⁽⁵⁾. En Estados Unidos, los accidentes automovilísticos son la forma más común de trauma en Pediatría siendo el 42%, seguido de caídas el 37%⁽⁶⁾, mientras que las lesiones penetrantes son menos comunes y se ven de manera más frecuente en la población mayor de 10 años⁽⁷⁾. En Cali, Colombia, las primeras causas de consulta por trauma infantil son caídas (56,3%) y aplastamiento (12,1%), con una mortalidad global del 1,2%, secundaria principalmente a lesión por arma de fuego (12,9%)⁽³⁾.

Desde punto de vista biomecánico, en población pediátrica el impacto del trauma se distribuye en una menor masa corporal y esto se traduce en una mayor fuerza recibida. En el caso del tórax, la mayor proximidad de órganos vitales propicia las lesiones múltiples y aumenta su letalidad⁽⁸⁾. Las lesiones en tórax representan el 14% de las muertes pediátricas por trauma cerrado⁽⁸⁾ y cuando se asocian a otras lesiones, especialmente cabeza, abdomen y huesos largos, la tasa de mortalidad aumenta, lo cual hace indispensable su reconocimiento precoz en salas de urgencias⁽⁹⁾.

La tomografía computarizada es la modalidad imagenológica de elección en la evaluación del trauma mayor, principalmente por su corto tiempo de duración, alta calidad de la información aportada, disponibilidad y facilidad de acceso⁽¹⁰⁾. Sin embargo, el riesgo en niños de desarrollar cáncer debido a la exposición a radiación asociada a la TAC se estima tan alto como 1/500, con el riesgo de desarrollar un cáncer fatal hasta en 1 de cada 2.000 niños^(11,12). Los niños a quienes se realiza imágenes de TAC están expuestos a mayores dosis efectivas de radiación, en especial aquellos más pequeños en comparación con los adultos, siendo las TAC de abdomen, tórax y cabeza las que más contribuyen al riesgo aumentado de cáncer^(13,14).

Según el ATLS (*Advanced Trauma and Life Support*) a diferencia de los adultos, la mayoría de las lesiones torácicas en niños pueden ser identificadas mediante radiografías de tórax, mientras que las imágenes de corte transversal, como la TAC, raramente se necesitan en la evolución de heridas contusas torácicas y deben ser reservadas para aquellos cuyos hallazgos no puedan ser explicados por la radiografía⁽¹⁵⁾.

Impulsados por los riesgos para la salud que conlleva el uso cada vez más frecuente de la TAC, se han realizado diversos estudios con el fin de frenar su uso excesivo en la población pediátrica. Herschel y cols. en una cohorte de 174 pacientes, de los cuales al 33% le realizaron TAC de tórax, encontró que el uso de esta herramienta no representa un cambio en el manejo de los pacientes, pero sí aumenta la exposición a radiación⁽¹²⁾.

Las diferencias anatómicas y fisiológicas de los niños politraumatizados en comparación con el adulto suponen variaciones en el proceso diagnóstico que minimicen los retrasos en la toma de decisiones, dentro de los cuales el uso de estudios como la TAC implican una exposición mayor a la radiación en la población pediátrica. Establecer la frecuencia en el uso de esta nos permitirá caracterizar los hallazgos y su relación

con la necesidad de intervención y mortalidad, estableciendo así la utilidad en esta población. Por lo anterior, este estudio busca comparar los desenlaces clínicos de los pacientes transferidos principalmente a tomografía previo a la cirugía y los ingresados directamente a la sala de operaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cali es la capital del departamento del Valle del Cauca y es la tercera ciudad más grande de Colombia. Cali ocupa el puesto 16 en las ciudades más peligrosas del mundo con una tasa de homicidios de 53,2 por 100.000 habitantes. Para 2018, la tasa de mortalidad en Cali por causas externas en menores de 15 años es de 53,6 muertes por 100.000⁽¹⁶⁾. El sitio de estudio es un hospital de tercer nivel que funciona como centro de referencia del suroccidente colombiano con un cubrimiento aproximado de 10 millones de personas.

Grupos de estudio y variables de recolección

Se trata de un estudio observacional de cohorte retrospectivo. Se incluyeron todos los pacientes ingresados al Servicio de Urgencias de la institución con diagnóstico CIE-10 de lesiones de causa externa. Se excluyeron los pacientes que no fueron llevados a cirugía como consecuencia del trauma. Los datos fueron obtenidos de las historias clínicas de la institución.

Variables de exposición

Se recolectaron variables demográficas, características clínicas, uso de imágenes y resultados hospitalarios, así como también información sobre el mecanismo del trauma. Los pacientes revisados se dividieron en dos grupos: el grupo 1 lo conformaron pacientes que se sometieron a una tomografía computarizada a su llegada (grupo de tomografía computarizada) previo a la intervención quirúrgica. El grupo 2 consistió en pacientes que fueron directamente a la sala de operaciones para cirugía (grupo de cirugía).

Se definió inestabilidad hemodinámica si el paciente presentaba taquicardia o bradicardia, hipotensión y Glasgow < 9 o requerimiento de transfusión al ingreso. Se definió taquicardia como frecuencia cardíaca mayor del percentil 95 de acuerdo con la edad, bradicardia como frecuencia cardíaca menor del percentil 5 de acuerdo con la edad e hipotensión como presión arterial sistólica como *z-score* menor de -1,65 para el sexo y la edad.

La TAC se realizó con un tomógrafo multi-detector Toshiba Aquilion One® que permite realizar adquisiciones volumétricas de cuerpo entero en 12,6 segundos con extensión de 180 cm.

Variables de resultado

La variable resultado final fue muerte. Se estudiaron otras variables como tiempo de UCI y readmisión (ingreso a la institución por consecuencias referentes a la causa de ingreso inicial).

Análisis estadístico

Las variables dicotómicas fueron reportadas como porcentajes. Las variables continuas se presentaron como medianas y rangos intercuartílicos (RIQ) o promedios y desviaciones estándar de acuerdo con su distribución. La estimación de la normalidad de las variables se realizó con Shapiro-Wilk. La incidencia de TAC se calculó tomando como numerador el número de pacientes llevados a TAC y como denominador el total de pacientes ingresados por lesiones de causa externa al Servicio de Urgencias. Para el análisis univariado, las comparaciones se hicieron usando la prueba de χ^2 para variables dicotómicas y la prueba de Mann-Whitney variables continuas. El valor p menor de 0,05 fue considerado significativo. Los análisis fueron realizados con el paquete estadístico Stata® 14.0 (StataCorp, 2014, College Station TX, USA). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la institución.

RESULTADOS

Entre enero de 2011 y diciembre de 2017, 737 pacientes menores de 18 años consultaron por lesiones de causa externa. De ellos 174 requirieron intervención quirúrgica y fueron incluidos para este análisis (Fig. 1).

La tabla I presenta una visión general de las características de los pacientes. La mediana de edad fue 15 años (RIQ 12-17) sin diferencia entre los grupos. El porcentaje de hombres fue del 82,8%. En ambos grupos, el trauma penetrante fue más frecuente que el trauma cerrado. Sin embargo, la proporción de pacientes con trauma penetrante en el grupo de cirugía fue significativamente mayor que en el grupo de TAC ($p=0,001$). Las lesiones violentas fueron las responsables de 131 lesiones (76,6%) siendo mayor en los pacientes llevados a cirugía directamente con respecto al grupo con TAC previo ($p=0,003$).

No hubo diferencias significativas en inestabilidad hemodinámica entre los grupos. Con respecto a los z -scores de presión arterial sistólica para el sexo y la edad, el grupo llevado directamente a cirugía presentó una mediana de -0,02 (RIQ -1,93 - 1,32), el cual fue más pequeño al compararse con el grupo con TAC previo, cuya mediana fue de 0,60 (RIQ -0,40 - 1,58), esta diferencia fue significativa ($p=0,043$). No obstante, no hubo diferencias en la frecuencia de hipotensión ($p=0,177$) ni taquicardia al ingreso ($p=0,134$).

En el grupo con TAC previo, las lesiones más frecuentes fueron pulmonares (50%) y de víscera hueca (50%). Veinte pacientes (41,7%) presentaron lesiones de órgano sólido y dieciséis pacientes (33,3%) fueron diagnosticados con hemotórax.

Todos los pacientes con TAC llevados a cirugía fueron diagnosticados con, al menos, una lesión en la imagen. Al momento de la cirugía, tres de 48 pacientes (6,3%) no presentaron ninguna lesión evidente.

No hubo diferencias significativas entre los hallazgos quirúrgicos entre el grupo con TAC previo y el ingresado

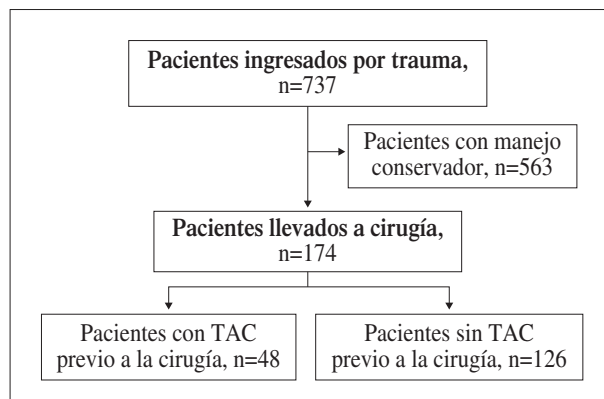


Figura 1. Diagrama de selección de pacientes.

directamente a cirugía. En cuanto a los desenlaces, no hubo diferencias significativas en las readmisiones ($p=0,476$) y la mortalidad ($p=0,994$). La duración de la estancia en UCI en la totalidad de pacientes fue 4 (RIQ 2-7) sin diferencias entre los grupos ($p=0,466$).

DISCUSIÓN

El trauma es una de las principales causas de mortalidad pediátrica en Colombia. El uso de la tomografía en el escenario de trauma pediátrico es controversial; debido a la alta incidencia de trauma pediátrico la TAC se ha convertido en un aliado para determinar con alta sensibilidad las lesiones que pueden poner en riesgo la vida del paciente y de esta manera intervenirlas de manera oportuna⁽¹⁰⁾. En el ensayo clínico REACT-2⁽¹⁷⁾, el número de laparotomías no terapéuticas fue mayor en pacientes inestables, generando procedimientos quirúrgicos en los cuales no se logró el acceso en algunos vasos y que probablemente pudieron planearse mediante otras técnicas endovasculares orientadas por TAC.

Sin embargo, la TAC expone al paciente a una alta carga de radiación que puede generar consecuencias a largo plazo como el desarrollo de enfermedades neoplásicas^(18,19). Holscher CM y cols.⁽¹²⁾, en una cohorte de 174 pacientes pediátricos con trauma, concluyeron que el uso de TAC no representa un cambio en el manejo de los pacientes, pero si aumenta la exposición a radiación. Además, la TAC no representa una ventaja significativa al compararse con otras herramientas de menor potencial oncogénico. Un estudio retrospectivo realizado por Golden y cols.⁽²⁰⁾ en 1.035 pacientes, de los cuales 139 fueron llevados a TAC de tórax, mostró que solo en cuatro pacientes la tomografía representó un cambio en la conducta clínica. En esta población las alteraciones mediastinales evidenciadas en la radiografía de tórax fueron suficientes para tomar una conducta clínica sin necesidad de recurrir a la TAC en el 80% de los casos.

Este estudio observacional retrospectivo buscó comparar los desenlaces clínicos de los pacientes transferidos principalmente a TAC previo a la cirugía y los ingresados directa-

Tabla I. Características clínicas de pacientes ingresados por lesiones por causa externa.

<i>Características</i>	<i>Pacientes sin TAC previo a cirugía n= 126</i>	<i>Pacientes con TAC previo a cirugía n= 48</i>	<i>Valor p</i>
Edad en años, mediana (RIQ)	15 (13-16)	15 (11,5-17)	0,789
Clasificación por edad, n (%)			
Lactantes	2 (1,6)	0 (0)	0,636
Preescolares	6 (4,8)	4 (8,3)	
Escolares	15 (11,9)	7 (14,6)	
Adolescentes	103 (81,7)	37 (77,1)	
Sexo masculino, n (%)			
Femenino	17 (13,9)	13 (27,1)	0,044
Masculino	109 (86,5)	35 (72,9)	
Mecanismo de trauma, n (%)			
Cerrado	16 (12,7)	17 (35,4)	0,001
Penetrante	110 (87,3)	31 (64,6)	
Origen de abdomen penetrante*, n (%)			
Cortopunzante	37 (33,6)	8 (25,8)	0,052
Arma de fuego	72 (65,5)	20 (64,5)	
Explosión	1 (0,9)	3 (9,7)	
Tipo de trauma, n (%)			
Accidente de tránsito	9 (7,1)	13 (27,1)	0,003
Riña/violencia	102 (81)	29 (60,4)	
Caída de altura	5 (4)	1 (2,1)	
Desconocido	10 (7,9)	5 (10,4)	
Variables clínicas			
Inestabilidad hemodinámica, n (%)	15 (11,9)	4 (8,3)	0,596
Transfusiones previas a cirugía, n (%)	56 (44,4)	24 (50)	0,511
PAS al ingreso [<i>z-score</i>], mediana (RIC)	-0,02 (-1,93 - 1,32)	0,60 (-0,40 - 1,58)	0,043
Número de pacientes con FC <P95, n (%)	36 (28,6)	20 (41,7)	0,134
Número de pacientes con PAS <P95, n (%)	35 (27,8)	7 (14,6)	0,177
Necesidad de vasopresores, n (%)	46 (36,5)	27 (56,3)	0,059
Hallazgos en TAC, n (%)			
Lesión pulmonar	--	24 (50)	--
Hemotórax	--	16 (33,3)	--
Lesión de vasos del torso	--	1 (2,1)	--
Lesión de órgano sólido	--	20 (41,7)	--
Lesión de víscera hueca	--	24 (50)	--
Hallazgos en cirugía, n (%)			
Lesión cardiaca	13 (10,3)	1 (2,1)	0,462
Lesión pulmonar	25 (19,8)	10 (20,8)	0,853
Hemotórax	52 (41,3)	18 (37,5)	0,853
Lesión de vasos del torso	10 (7,9)	4 (8,3)	0,913
Lesión de órgano sólido	33 (26,2)	17 (35,4)	0,229
Lesión de víscera hueca	51 (40,5)	13 (27,1)	0,112
Tiempo en UCI, mediana (RIC)	4 (2-7)	4,5 (2,5-8)	0,466
Readmisiones, n (%)	11 (8,7)	6 (12,5)	0,476
Mortalidad, n (%)	8 (6,3)	3 (6,3)	0,994

**Tomando los pacientes de trauma penetrante como denominador.
TAC: tomografía axial computarizada; RIQ: rango intercuartílico; FC: frecuencia cardiaca; PAS: presión arterial sistólica*

mente a la sala de operaciones. No se encontraron diferencias significativas en muerte, días de UCI ni readmisiones. De acuerdo con lo propuesto por otros autores, que coincide con lo encontrado en la población de estudio, se concluye que el uso de TAC, en el contexto de trauma pediátrico, debe priorizarse y protocolizarse.

El uso de imágenes como ecografía y radiografía simple como abordaje inicial puede detectar lesiones y permite tomar decisiones con un grado apropiado de confiabilidad, permitiendo reducir entonces la exposición a la radiación⁽²¹⁾. Se han encontrado además nuevas opciones diagnósticas. La ultrasonografía con contraste, utilizando una suspensión intravenosa de microesferas de proteínas de perflutren tipo-A, puede permitir el diagnóstico de lesiones de órgano sólido abdominal, eliminando la necesidad de la radiación ionizante generada por la TAC⁽²²⁾.

Los resultados que se describen se basan en un estudio observacional retrospectivo, por lo que puede presentar varias limitaciones y su interpretación debe hacerse en el contexto del diseño del estudio y el conjunto de datos utilizados. Por otro lado, no se documentaron el número de TAC tomados a cada paciente en la base de datos, por lo que no fue posible comparar la potencial carga de radiación que recibió cada grupo. No obstante, este estudio, realizado en un país de medianos ingresos con alto índice de trauma, permite concluir que el uso de TAC en población pediátrica con trauma de torso podría reducirse. Esto sugiere que podría ser factible realizar un abordaje diagnóstico de trauma infantil con herramientas de menor radiación. El uso racional de TAC en este medio puede protocolizarse.

CONCLUSIONES

En el escenario de trauma pediátrico, el uso de la tomografía axial computarizada como herramienta diagnóstica no genera diferencias en mortalidad, días de estancia en UCI o readmisiones. Debe protocolizarse su uso e implementar herramientas menos lesivas como la ecografía y radiografía simple con el fin de evitar exposición innecesaria a dosis más altas de radiación. Se requieren estudios prospectivos que confirmen esta hipótesis.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al centro de investigaciones clínicas de la Fundación Valle del Lili por el apoyo dado durante el proceso de elaboración de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Center for Disease Control (CDC). Ten leading causes of death and injury [Internet]. Injury prevention and control. 2018. [Fecha de acceso 11-12-2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/injury/wisqars/LeadingCauses.html>
- Sminkey L. World report on child injury prevention. *Inj Prev*. 2008; 14(1): 69.
- Ordóñez CA, Pino LF, Tejada JW, Badiel M, Loaiza JH, Mata L V, et al. Experiencia en dos hospitales de tercer nivel de atención del suroccidente de Colombia en la aplicación del Registro Internacional de Trauma de la Sociedad Panamericana de Trauma. *Rev Col Bras Cir*. 2012; 39(4): 255-61.
- Alemayehu H, Aguayo P. Pediatric blunt thoracic trauma. *J Pediatr Intensive Care*. 2015; 4(1): 35-9.
- Pauzé DR, Pauzé DK. Emergency management of blunt chest trauma in children: an evidence-based approach. *Pediatr Emerg Med Pract*. 2013; 10(11): 1-22.
- Tepas JJ, 3rd JJT. The National Pediatric Trauma Registry: A legacy of commitment to control of childhood injury. *Semin Pediatr Surg*. 2004; 13(2): 126-32.
- Schechter SC, Betts J, Schechter WP, Victorino GP. Pediatric penetrating trauma: The epidemic continues. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 73(3): 721-5.
- Aoki M, Abe T, Saitoh D, Oshima K. Epidemiology, patterns of treatment, and mortality of pediatric trauma patients in Japan. *Sci Rep*. 2019; 9(1): 1-7.
- Mokdad AHAA, Forouzanfar MH, Daoud F, Mokdad AHAA, El Bcheraoui C, Moradi-Lakeh M, et al. Global burden of diseases, injuries, and risk factors for young people's health during 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2016; 387(10036): 2383-401.
- Venugopal K, Kinghorn AF, Emordi CE, Atkinson PR, Kendall RJ. An evaluation of the use of whole-body computed tomography in trauma patients at a United Kingdom trauma centre. *Eur J Emerg Med*. 2012; 19(3): 193-5.
- Scheers RM, Farzal Z, Farzal Z, Fischer AC. The radiation footprint on the pediatric trauma patient. *Int J Emerg Med*. 2018; 11(1): 18.
- Holscher CM, Faulk LW, Moore EE, Burlew CC, Moore HB, Stewart CL, et al. Chest computed tomography imaging for blunt pediatric trauma: Not worth the radiation risk. *J Surg Res*. 2013; 184(1): 352-7.
- Kutanzi KR, Lumen A, Koturbash I, Miousse IR. Pediatric exposures to ionizing radiation: Carcinogenic considerations. *Int J Environ Res Public Health*. 2016; 13(11): 1057.
- Sathya C, Alali AS, Wales PW, Langer JC, Kenney BD, Burd RS, et al. Computed tomography rates and estimated radiation-associated cancer risk among injured children treated at different trauma center types. *Injury*. 2019; 50(1): 142-8.
- Holl EM, Marek AP, Nygaard RM, Richardson CJ, Hess DJ. Use of chest computed tomography for blunt pediatric chest trauma. *Pediatr Emerg Care*. 2020; 36(2): 81-6.
- DANE. Cifras definitivas estadísticas vitales nacimientos y defunciones 2017. Bogotá; 2017.
- Sierink JC, Saltzherr TP, Beenen LFM, Luitse JSK, Hollmann MW, Reitsma JB, et al. A multicenter, randomized controlled trial of immediate total-body CT scanning in trauma patients (REACT-2). *BMC Emerg Med*. 2012; 12: 4.
- Yang C, Liu R, Ming X, Liu N, Guan Y, Feng Y. Thoracic organ doses and cancer risk from low pitch helical 4-dimensional computed tomography scans. *Biomed Res Int*. 2018; 2018: 1-7.
- Mehnaty P, Amirnia A, Jabbari N. Estimating cancer induction risk from abdominopelvic scanning with 6- and 16-slice computed tomography. *Int J Radiat Biol*. 2017; 93(4): 416-25.

20. Golden J, Isani M, Bowling J, Zagory J, Goodhue CJ, Burke RV, et al. Limiting chest computed tomography in the evaluation of pediatric thoracic trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016; 81(2): 271-7.
21. Arslan S, Okur MH, Arslan MS, Aydogdu B, Zeytun H, Basuguy E, et al. Management of gastrointestinal perforation from blunt and penetrating abdominal trauma in children: analysis of 96 patients. *Pediatr Surg Int.* 2016; 32(11): 1067-73.
22. Armstrong LB, Mooney DP, Paltiel H, Barnewolt C, Dionigi B, Arbuthnot M, et al. Contrast enhanced ultrasound for the evaluation of blunt pediatric abdominal trauma. *J Pediatr Surg.* 2018; 53(3): 548-52.