











# Uso de la tomografía corporal total en pacientes con heridas de arma de fuego y hemodinámicamente inestables: ¿Rompiendo paradigmas de atención inicial?

Whole-body computed tomography in hemodynamically unstable patients with gunshot wounds: A paradigm shift in trauma management?

Yaset Caicedo, MD<sup>1</sup> , Isabella Caicedo-Holguín, MD<sup>1</sup> , Camilo Salazar, MD<sup>1</sup> ,  
Hernán Esteban Munévar, MD<sup>1</sup> , Fernando Rodríguez-Holguín, MD<sup>2</sup> ,  
José Julián Serna, MD<sup>2</sup> , Alexander Salcedo, MD<sup>2</sup> , Carlos García, MD<sup>3</sup> ,  
Alberto F. García, MD, MSc<sup>2,4</sup> , Carlos A. Ordoñez, MD, FACS<sup>2,4</sup> 

- 1 Programa de Especialización en Cirugía general, Universidad Icesi, Cali, Colombia.
- 2 División de Cirugía de Trauma y Emergencias, Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia.
- 3 Departamento de Radiología, Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia.
- 4 Servicio de Cuidado Intensivo, Fundación Valle del Lili; Departamento de Cirugía, Universidad del Valle; Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Icesi, Cali, Colombia.

Trabajo ganador del Primer puesto en el Concurso Nacional de Investigación en Cirugía “José Félix Patiño Restrepo”, categoría Médicos Residentes, Asociación Colombiana de Cirugía, 49° Congreso Semana Quirúrgica Nacional, noviembre de 2023.

## Resumen

**Introducción.** El objetivo del estudio fue analizar el impacto del uso de la tomografía corporal total en la evaluación de los pacientes con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego y hemodinámicamente inestables atendidos en un centro de referencia de trauma.

**Métodos.** Se realizó un estudio analítico, retrospectivo, con base en un subanálisis del registro de la Sociedad Panamericana de Trauma – Fundación Valle del Lili. Se incluyeron los pacientes con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego atendidos entre 2018 y 2021. Se excluyeron los pacientes con trauma craneoencefálico severo, trauma leve y en condición *in extremis*.

**Resultados.** Doscientos pacientes cumplieron los criterios de elegibilidad, 115 fueron estudiados con tomografía corporal total y se compararon con 85 controles. La mortalidad intrahospitalaria en el grupo de tomografía fue de 4/115 (3,5 %) vs 10/85 (12 %) en el grupo control. En el análisis multivariado se identificó que la tomografía no tenía asociación significativa con la mortalidad (aOR=0,46; IC<sub>95%</sub> 0,10-1,94). El grupo de tomografía tuvo una

---

Fecha de recibido: 31/08/2023 - Fecha de aceptación: 3/11/2023 - Publicación en línea: 15/12/2023

Correspondencia: Carlos A. Ordoñez, Carrera 98 # 18-49, División de Cirugía de Trauma y Emergencias, Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia. Tel: +57 300 631 9118. Dirección electrónica: [ordonezcarlosa@gmail.com](mailto:ordonezcarlosa@gmail.com) [carlos.ordonez@fvil.org.co](mailto:carlos.ordonez@fvil.org.co)

Citar como: Caicedo Y, Caicedo-Holguín I, Salazar C, Munévar HE, Serna JJ, Salcedo A, et al. Uso de la tomografía corporal total en pacientes con heridas de arma de fuego y hemodinámicamente inestables: ¿Rompiendo paradigmas de atención inicial? Rev Colomb Cir. 2024;39:100-12. <https://doi.org/10.30944/20117582.2481>

Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - BY-NC-ND <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

reducción relativa del 39 % en la frecuencia de cirugías mayores, con un efecto asociado en la disminución de la necesidad de cirugía (aOR=0,47; IC<sub>95%</sub> 0,22-0,98).

**Conclusiones.** La tomografía corporal total fue empleada en el abordaje inicial de los pacientes con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego y hemodinámicamente inestables. Su uso no se asoció con una mayor mortalidad, pero sí con una menor frecuencia de cirugías mayores.

**Palabras clave:** heridas y traumatismos; choque hemorrágico; choque traumático; tomografía computarizada; procedimientos quirúrgicos mayores; mortalidad hospitalaria.

## Abstract

**Introduction.** This study aims to assess the impact of whole-body computed tomography (WBCT) in the evaluation of patients with penetrating gunshot wounds (GSW) who are hemodynamically unstable and treated at a trauma referral center.

**Methods.** An analytical, retrospective study was conducted based on a subanalysis of the Panamerican Trauma Society-FVL registry. Patients with GSW treated between 2018 and 2021 were included. Patients with severe cranioencephalic trauma, minor trauma, and those *in extremis* were excluded. Patients with and without WBCT were compared. The primary outcome was in-hospital mortality, and the secondary outcome was the frequency of major surgeries (thoracotomy, sternotomy, cervicotomy, and/or laparotomy) during initial care.

**Results.** Two hundred eligible patients were included, with 115 undergoing WBCT and compared to 85 controls. In-hospital mortality in the WBCT group was 4/115 (3.5%) compared to 10/85 (12%) in the control group. Multivariate analysis showed that WBCT was not significantly associated to mortality (aOR: 0.46; 95% CI 0.10-1.94). The WBCT group had a relative reduction of 39% in the frequency of major surgeries, with an associated effect on reducing the need for surgery (aOR: 0.47; 95% CI 0.22-0.98).

**Conclusions.** Whole-body computed tomography was employed in the initial management of patients with penetrating firearm projectile injuries and hemodynamic instability. The use of WBCT was not associated with mortality but rather with a reduction in the frequency of major surgery.

**Keywords:** wounds and injuries; hemorrhagic shock; traumatic shock; computed tomography; major surgical procedures; hospital mortality.

## Introducción

El trauma ocasiona el 9 % de la mortalidad a nivel mundial y es una de las principales causas de muertes prevenibles<sup>1</sup>; contribuye como una de las primeras causas de muerte en personas entre 1 y 45 años. Dado que frecuentemente resulta letal o discapacitante, tiene un impacto social y económico adicional<sup>2</sup>.

En la actualidad, el enfoque predominante respecto a la atención inicial se basa en los referentes del Soporte Vital Avanzado para Trauma (ATLS, por sus siglas en inglés). Estas pautas abarcan examen físico priorizado, radiografía simple de tórax y pelvis, ecografía enfocada para trauma

(FAST) y tomografía computarizada (TC) selectiva y complementarias específicas según la región en estudio<sup>3</sup>. La decisión de realizar una TC después de tomar las imágenes convencionales es menos clara en las directrices del ATLS y está sujeta a los protocolos locales y la disponibilidad de los equipos.

En los últimos tiempos, la tecnología ha evolucionado haciendo la TC más rápida, detallada, accesible en el entorno de atención a casos de trauma agudo y con alta precisión en un amplio rango de lesiones<sup>4,5</sup>, que se refleja en una baja tasa de diagnósticos omitidos<sup>6,7</sup>. Por lo tanto, la evaluación radiológica convencional según el ATLS

quizás ya no sea la mejor opción para el diagnóstico inicial. Además, es común que los pacientes con heridas graves requieran una TC secundaria en diversas partes del cuerpo tras las imágenes convencionales.

Los equipos modernos de TC de múltiples detectores (MDCT) pueden realizar imágenes de la cabeza, columna cervical, tórax, abdomen y pelvis en un solo examen, lo que se ha denominado tomografía corporal total. Al utilizar un escaneo inmediato, de cuerpo completo, con TC en pacientes con trauma, se obtiene información detallada y rápida sobre las lesiones en órganos y tejidos, lo que permite elaborar un plan fundamentado para la terapia adicional<sup>8</sup>.

La pregunta más relevante sigue siendo si el escaneo de cuerpo completo con TC inmediata se traducirá en una mejora en los resultados clínicos. Los metaanálisis que incluyen información proveniente de estudios observacionales, con variabilidades en sus diseños metodológicos, han reportado un efecto benéfico sobre la mortalidad con el empleo de la TC en pacientes con trauma cerrado<sup>9</sup>. El experimento clínico REACT-2 incluyó 1403 pacientes aleatorizados para ser estudiados con o sin TC corporal total y mostró que no existía una diferencia en la mortalidad intrahospitalaria, inclusive en análisis por subgrupos de pacientes con politrauma y trauma craneoencefálico<sup>10</sup>.

La TC corporal total se ha estudiado en el contexto de trauma cerrado y en pacientes hemodinámicamente estables. Extender su uso en el trauma penetrante y en pacientes con riesgo hemodinámico es aún bastante controversial. Los pacientes con trauma penetrante, especialmente aquellos heridos por proyectil de arma de fuego, representan un desafío en la evaluación diagnóstica ya que los vectores de daño asociados a los proyectiles y las lesiones existentes podrían modificar las conductas clínicas. El uso de la TC va en contra de los estándares propuestos por el ATLS para el abordaje de los pacientes con trauma penetrante.

Adicionalmente, existe el riesgo de que el uso de esta tecnología en la atención de pacientes hemodinámicamente inestables, que

sean respondedores transitorios, pueda tener un efecto perjudicial, ya que la prolongación de los tiempos de atención se puede asociar con mayor riesgo de mortalidad. No obstante, hasta el momento la evidencia es variable respecto al uso y posible beneficio de la TC corporal total en este contexto<sup>4,11,12</sup>. El objetivo de este estudio fue analizar el impacto del uso de la TC corporal total en la evaluación de los pacientes con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego y hemodinámicamente inestables, atendidos en el Hospital Universitario Fundación Valle del Lili, un centro de referencia de trauma en la ciudad de Cali, Colombia.

## Métodos

### *Tipo de estudio*

Se realizó un estudio analítico, retrospectivo, para el que se usó como fuente de información el registro de la Sociedad Panamericana de Trauma asociado a la Fundación Valle del Lili (PTS-FVL). El registro PTS-FVL fue aprobado por el Comité de ética de Investigaciones de la Fundación Valle del Lili (Protocolo 554 – 22 de noviembre de 2011, con fecha de última renovación 27 de diciembre de 2022).

### *Tomografía corporal total*

La intervención por evaluar fue el uso de la tomografía corporal total (TCT), a través de una tomografía computarizada de un solo paso con adquisición helicoidal. Las imágenes se obtienen con un sistema multicorte IVR (Aquilion ONE escaner de tomografía computarizada de 320 cortes. Toshiba Medical Systems Corp, Tochigi, Japan).

En la primera fase, se hace la adquisición simple de cráneo. La segunda fase hace una toma de cuello, tórax, abdomen y pelvis (desde la base del cráneo hasta el borde inferior del pubis), con administración de medio de contraste en dos aplicaciones separadas, como se describe en la tabla 1. Después de la segunda inyección se hace la adquisición de la imagen contrastada con un referente en la aorta descendente ROI: 200 UH. Con frecuencia, el equipo que está reanimando

**Tabla 1.** Protocolo de tomografía computarizada corporal total de una sola fase.

Fase	Procedimiento
Fase A	Fase de adquisición simple: cráneo
	Fase de administración de contraste: cuello, tórax y abdomen. Contraste intravenoso: yodado, no iónico, hipo-osmolar (370 mg/ml)
	Flujo= 2,0 ml/s
	Volumen de contraste= 60 ml
	Pausa de 45 segundos
	Duración total: 75 segundos
Fase B	
	Flujo= 4 ml/s
	Volumen de contraste= 60-70 ml
	Lavado= 40 ml de Salina normal
	Duración: 25 segundos
	Tiempo total: 100 segundos
	Paso 3: Adquisición contrastada
	En la aorta descendente ROI= 200 UH, después de la segunda inyección.

Fuente: Traducido de Ordoñez C, García C, Parra MW, Angamarca E, Guzmán-Rodríguez M, Orlas CP, et al. Implementation of a new single-pass whole-body computed tomography protocol: Is it safe, effective and efficient in patients with severe trauma? Colomb Med (Cali). 2020;51:e4224.

al paciente replantea los segmentos a estudiar, dependiendo de la localización de las heridas.

El medio de contraste que se administra es un medio no iónico de baja osmolaridad (Iopromida Ultravist R. Whippany, NJ: Bayer Health Care Pharmaceuticals), a través de una vía endovenosa con catéter periférico de 18 G. Se usa un total de 130 ml de medio de contraste, con técnica bifásica. Los bolos secuenciales de contraste resultan en una sola adquisición que muestra una combinación de fase arterial y venosa, con excelente calidad de imagen y reconstrucción rápida de la imagen. La reconstrucción de los cortes se realiza de 1 mm cada 0,8 mm. El número total de cortes depende de la talla del paciente y de los segmentos estudiados. El pielograma intravenoso puede ser añadido en el protocolo, si es necesario.

### **Código de trauma**

Este protocolo de TCT está integrado a un protocolo de atención inicial del paciente de trauma, denominado "Código de Trauma", que fue implementado en la institución desde el año 2015, con efectos en la reducción de la mortalidad, tiempo

de acceso a cirugía o de tomografía, como se ha documentado en estudios previos<sup>8,11,13-15</sup>, donde se describió una mediana entre el ingreso a sala de urgencias y la toma del TCT en trauma penetrante de 31 minutos (rango intercuartil: 13-50 minutos), sin ningún caso reportado de nefropatía inducida por medio de contraste.

### **Selección de los pacientes**

La muestra del estudio fue seleccionada entre los pacientes con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego. Por considerarse que el protocolo de atención ya se había consolidado, se incluyeron los pacientes atendidos entre el 1° de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2021. Se excluyeron los pacientes con trauma craneoencefálico severo [*Abbreviated Injury Scale (AIS)* de Cabeza  $\geq 3$ ], pacientes con trauma leve [*Injury Severity Score (ISS)*  $\leq 8$ ] y pacientes con una presión arterial sistólica que persistió por debajo de 60 mmHg después de iniciadas las maniobras de reanimación, ya que estos pacientes fueron conducidos directamente a cirugía y se consideraron pacientes inestables no respondedores.

### Variables

Este subanálisis recopiló información sociodemográfica, mecanismo de lesión, severidad del trauma mediante las escalas de AIS e ISS. Se definieron como pacientes *hemodinámicamente inestables* aquellos cuyos signos vitales al ingreso a la institución tuvieron un índice de shock mayor o igual a 1<sup>16</sup>.

Así mismo, se definieron *trauma múltiple* como aquellos pacientes con un trauma que comprometiera más de dos áreas anatómicas; *cirugía mayor* a los procedimientos que involucraron cervicotomía, toracotomía, esternotomía o laparotomía; *procedimientos mínimamente invasivos* en aquellos pacientes que fueron sometidos a toracostomía, toracoscopía o laparoscopia y que no requirieron cirugías mayores.

Se recopiló información sobre estado del ingreso, procedimientos quirúrgicos realizados, requerimiento de transfusión de glóbulos rojos, ingreso a la unidad de cuidados intensivos (UCI), estancia en UCI, estancia hospitalaria y resultados clínicos. El resultado primario fue mortalidad intrahospitalaria; los resultados secundarios de interés fueron la necesidad de cirugía mayor y el tiempo de estancia hospitalaria.

### Análisis Estadístico

En la descripción de la información, para las variables categóricas se emplearon medidas de frecuencia absoluta y frecuencia relativa, mientras que para las variables continuas se utilizaron mediana y rango intercuartílico. En lo que respecta a la comparación entre las variables continuas, se aplicó la prueba t de student en caso de que siguieran una distribución normal; de lo contrario, se empleó la prueba Wilcoxon *rank sum test*. La comparación de las variables categóricas se realizó mediante la prueba de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher, dependiendo de las circunstancias. Los datos fueron analizados de acuerdo a si a los pacientes se les realizó o no TCT al ingreso.

También se hizo un análisis bivariado para evaluar la asociación entre el uso de TCT y la mortalidad, y el uso de TCT y la necesidad de cirugías mayores, mediante modelos de regresión logística,

con reporte de medida del efecto con *Odds Ratio* y su intervalo de confianza al 95 %. Posteriormente, se calcularon las medidas de asociación en modelos ajustados por el estado al ingreso y la severidad de las lesiones. Se reportó el rendimiento del modelo de acuerdo con el resultado de la prueba de Hosmer-Leshow y el área bajo la curva (Area Under Curve – AUC). En las medidas de efecto en relación con el uso o no del TCT se evaluó el poder estadístico asociado con la diferencia observada en este estudio.

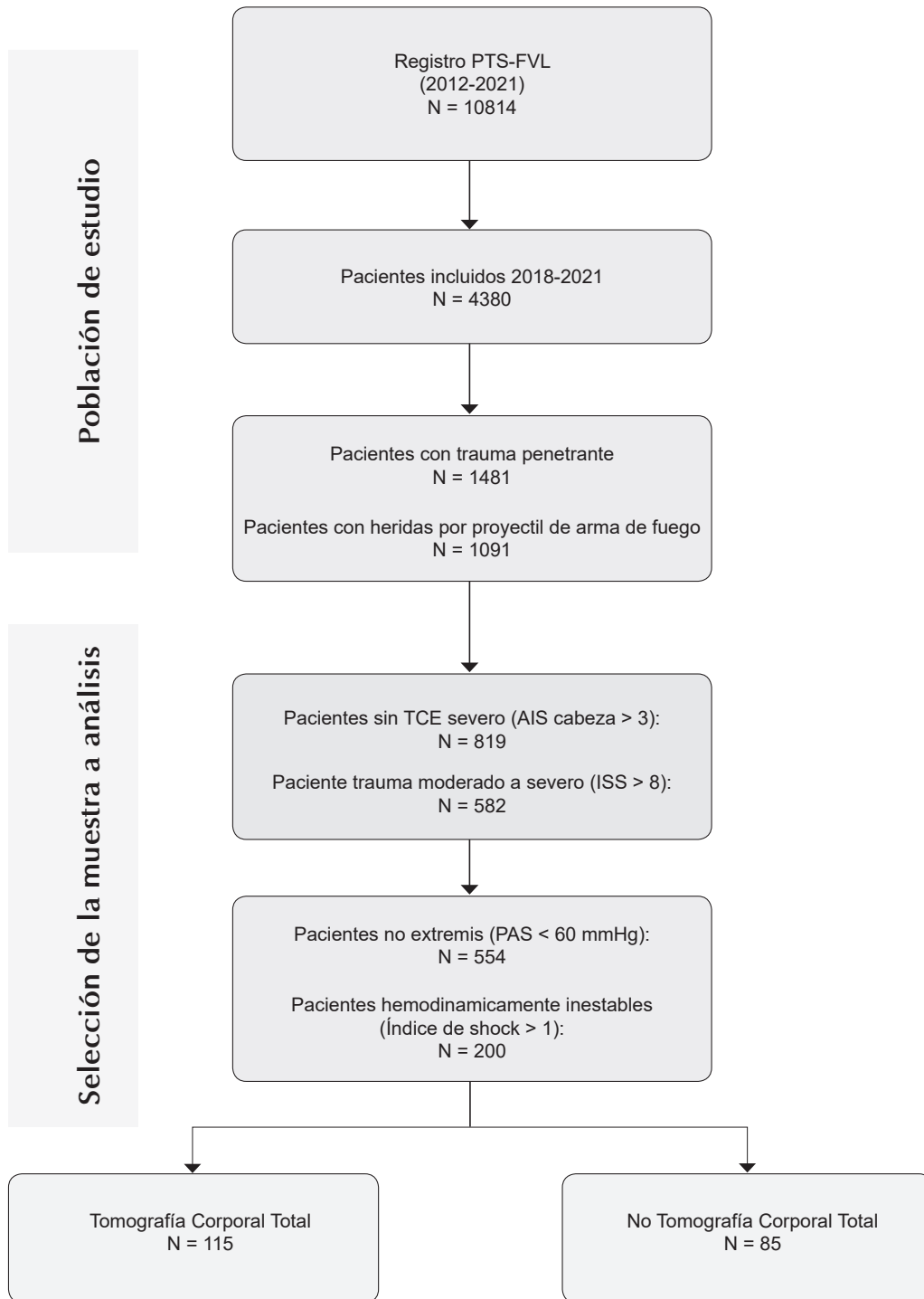
Los cálculos en este estudio fueron realizados mediante el lenguaje R versión 4.3.0 y el programa STATA (StataCorp, College Station, USA) versión 15.1<sup>®</sup>. Los valores de p se calcularon para dos colas y el nivel de significancia fue definido con una  $p < 0,05$ .

## Resultados

### Análisis Univariado

Un total de 4380 pacientes con trauma penetrante fueron incluidos en la población de estudio, de los cuales, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se identificaron 200 pacientes con inestabilidad hemodinámica al ingreso y que fueron respondedores transitorios. Entre estos últimos, a 115 se les realizó TCT y 85 no fueron evaluados con tomografía (Figura 1). La mediana de edad global fue de 27 años [rango intercuartil (RIC) 23-34] y el 86 % (171/200) eran hombres.

Respecto a los grupos de estudio, el trauma grave (definido con un *Injury Severity Score* > 25) fue del 29 % (33/115) en el grupo de TCT y del 15 % (13/85) en el grupo control, sin ser estadísticamente significativa la diferencia. Los pacientes del grupo de TCT tuvieron una proporción de trauma torácico grave (*Abbreviated Injury Scale* (AIS) - Tórax > 3) de 77 % (88/115) mientras en el grupo control fue de 44 % (37/85),  $p < 0,001$  y de trauma múltiple de 48 % (55/115) mientras en el grupo control fue de 31 % (26/85),  $p = 0,01$ . Sin embargo, en el grupo control, la presión sistólica al ingreso fue más baja, el índice de shock fue mayor y la proporción con alteración del estado de conciencia (evaluado por la Escala de Coma de



**Figura 1.** Flujograma de selección de pacientes incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia de los autores.

Glasgow) fue más alta. No hubo diferencias en la frecuencia de inicio de terapia hemocomponentes entre los dos grupos.

En relación con el resultado primario, la mortalidad intrahospitalaria en el grupo que se le realizó TCT fue del 3,5 % (4/115) contra el 12 % (10/85) en el grupo control. Entre los resultados

secundarios, la proporción de cirugías mayores fue menor en el grupo de TCT (30 %; 35/115) en comparación con el grupo control (49 %; 42/85). No hubo diferencias en la proporción de ingresos a unidad de cuidados intensivos o de tiempo de estancia hospitalaria entre los dos grupos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Características de los pacientes incluidos en el análisis según el uso o no de la Tomografía Corporal Total (TCT) al ingreso.

	Total (n = 200)	Sin Tomografía Corporal Total (n = 85)	Tomografía Corporal Total (n = 115)	Valor de p*
Edad, años, mediana (RIQ)	27 (23-34)	27 (23-35)	27 (22-34)	0,6
Sexo, n (%)				
Femenino	27 (14 %)	12 (14 %)	15 (13 %)	0,8
Masculino	171 (86 %)	72 (86 %)	99 (87 %)	
Sin dato	2 (1 %)	1 (1,2 %)	1 (0,9 %)	
Injury Severity Score (ISS), mediana (RIQ)	18 (13-25)	17 (11-25)	18 (13-27)	0,14
ISS por categoría, n (%)				
Moderado (ISS 9-15)	65 (33 %)	31 (36 %)	34 (30 %)	0,084
Severo (ISS 16-25)	89 (45 %)	41 (48 %)	48 (42 %)	
Grave (ISS > 25)	46 (23 %)	13 (15 %)	33 (29 %)	
AIS- Tórax ≥ 3, n (%)	125 (63 %)	37 (44 %)	88 (77 %)	<0,001
AIS- Abdomen ≥ 3, n (%)	103 (52 %)	50 (59 %)	53 (46 %)	0,075
AIS- Extremidades ≥ 3, n (%)	40 (20 %)	22 (26 %)	18 (16 %)	0,074
Trauma múltiple, n (%)	81 (41 %)	26 (31 %)	55 (48 %)	0,014
Signos vitales al ingreso				
Presión arterial sistólica, mmHg, mediana (RIQ)	90 (80-100)	82 (72-97)	92 (83-103)	0,003
Frecuencia cardíaca, latidos por minuto, mediana (RIQ)	115 (105-130)	120 (107-130)	115 (104-128)	0,2
Índice de Shock, mediana (RIQ)	1,23 (1,08-1,55)	1,40 (1,09-1,69)	1,16 (1,08-1,36)	0,005
Escala de Coma de Glasgow (ECG), n (%)				
ECG 14-15	139 (70 %)	44 (52 %)	95 (83 %)	<0,001
ECG 9-13	23 (12 %)	16 (19 %)	7 (6,1 %)	
ECG < 8	38 (19 %)	25 (29 %)	13 (11 %)	
Requerimiento de transfusión de glóbulos rojos, n (%)	1380 (69 %)	64 (75,2 %)	74 (64,3 %)	0,09
Procedimientos quirúrgicos				
Cervicotomía, n (%)	1 (0,5 %)	0 (0 %)	1 (0,9 %)	>0,9
Toracotomía, n (%)	20 (10 %)	8 (9,4 %)	12 (10 %)	0,8
Esternotomía, n (%)	2 (1 %)	1 (1,2 %)	1 (0,9 %)	>0,9
Laparotomía, n (%)	64 (32 %)	38 (45 %)	26 (23 %)	<0,001
Reducción ortopédica, n (%)	26 (13 %)	10 (12 %)	16 (14 %)	0,7
Cirugía mayor, n (%)	77 (39 %)	42 (49 %)	35 (30 %)	0,006
Requerimiento de procedimientos mínimamente invasivos, n (%)	52 (26 %)	13 (15 %)	39 (34 %)	0,003
Mortalidad intrahospitalaria, n (%)	14 (7 %)	10 (12 %)	4 (3,5 %)	0,023
Ingreso a Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), n (%)	168 (84 %)	73 (85,8 %)	95 (82,6 %)	0,53
Estancia en UCI, días, mediana (RIQ)	4 (1-7)	4 (2-8)	3 (1-6)	0,6
Estancia hospitalaria, días, mediana (RIQ)	8 (5-16)	8 (4-19)	8 (5-15)	>0,9

\* Wilcoxon rank sum test; Pearson's Chi-squared test; Fisher's exact test.

RIQ: Rango Inter quartílico. ISS: Injury Severity Score. AIS: Abbreviated Injury Scale. Fuente: Elaboración propia de los autores.

### Análisis Multivariado

Respecto a la mortalidad intrahospitalaria, se detectó inicialmente una diferencia entre los grupos, a favor de los pacientes con TCT. Al evaluar el impacto del uso del TCT sobre la mortalidad, corregido por variables tales como la edad, el *Injury Severity Score*, el estado de conciencia al ingreso y la presencia de trauma múltiple, se identificó que la TCT no tiene un efecto sobre la probabilidad de muerte intrahospitalaria [aOR: 0,46; IC<sub>95%</sub>: 0,10-1,94; p=0,3] (Tabla 3).

Al evaluar la diferencia de la frecuencia de cirugías mayores entre los dos grupos de estudio, se identificó una reducción relativa del 39 % a favor del grupo evaluado con TCT. Se analizó este fenómeno a través de un análisis multivariado, donde se identificó que el factor que más se asociaba a que a un paciente se le realizara

una cirugía mayor era el trauma abdominal severo (AIS abdomen > 3), con un OR ajustado de 3,3 (IC<sub>95%</sub> 1,55-7,21; p=0,002). La evaluación con TCT se asoció con una reducción en el riesgo de cirugías mayores (aOR=0,47; IC<sub>95%</sub> 0,22-0,98; p=0,045) (Tabla 4)

### Discusión

El uso de TCT en la evaluación de pacientes con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego e inestabilidad hemodinámica no se asoció con mayor riesgo de mortalidad intrahospitalaria, pero sí con una reducción de la proporción de pacientes llevados a cirugías mayores. Los resultados de este estudio son pioneros en explorar el empleo del TCT en este escenario controversial, que rompe paradigmas de manejo de los pacientes con trauma.

**Tabla 3.** Análisis univariado y multivariado sobre el resultado primario de mortalidad intrahospitalaria

Variable	Univariado			Multivariado		
	OR	IC <sub>95%</sub>	Valor de p	OR	IC <sub>95%</sub>	Valor de p
Edad por cada 10 años	1,33	0,86- 1,99	0,2	1,61	0,94- 2,81	0,081
ISS por cada 10 puntos	2,38	1,39- 4,23	0,002	3,47	1,57- 8,87	0,004
Escala de Coma de Glasgow > 14	0,03	0,00- 0,14	<0,001	0,02	0,00- 0,14	0,001
Trauma Múltiple	2,85	0,95- 9,59	0,070	1,71	0,40- 7,75	0,5
Tomografía Corporal Total *	0,27	0,07- 0,84	0,032	0,46	0,10- 1,94	0,3

\*Goodness-of-fit Test: Hosmer-Leshmeshow Test p=0,98. Area Under ROC Curve: 0,31 Pseudo-R2: 0,407. Poder estadístico para una diferencia en la mortalidad intrahospitalaria observada de 8,5 %: 62,9 %.

ISS: Injury Severity Score. Fuente: Elaboración propia de los autores.

**Tabla 4.** Análisis univariado y multivariado sobre el resultado secundario: Requerimiento de cirugía mayor

Variable	Univariado			Multivariado		
	OR	IC <sub>95%</sub>	Valor de p	OR	IC <sub>95%</sub>	Valor de p
AIS- Tórax > 3	0,66	0,36-1,18	0,2	0,60	0,24-1,46	0,3
AIS- Abdomen > 3	5,50	2,96-10,6	<0,001	3,30	1,55-7,21	0,002
AIS- Extremidades > 3	0,13	0,04-0,34	<0,001	0,13	0,03-0,37	<0,001
Escala de coma de Glasgow > 14	0,47	0,26-0,84	0,012	0,77	0,37-1,59	0,5
Índice de shock	1,32	0,59-2,94	0,5	0,97	0,35-2,63	>0,9
Trauma múltiple	1,60	0,90-2,86	0,11	1,44	0,64-3,26	0,4
Tomografía Corporal Total*	0,47	0,26-0,83	0,010	0,47	0,22-0,98	0,045

\*Goodness-of-fit Test: Hosmer-Leshmeshow Test p=0,18. Area Under ROC Curve: 0,800 Pseudo-R2: 0,198. Poder estadístico para una diferencia en el requerimiento de cirugía mayor observada de 19 %: 78,2 %.

ISS: Injury Severity Score. Fuente: Elaboración propia de los autores.



La valoración de pacientes con traumatismos a través de tomografía posibilita la estimación de la magnitud de las lesiones traumáticas, y con ello, la toma de decisiones concernientes al enfoque terapéutico a seguir. Este abordaje terapéutico puede comprender opciones que van desde el manejo conservador hasta las intervenciones mínimamente invasivas, o cirugías focalizadas en las regiones anatómicas afectadas por el trauma.

Durante las últimas dos décadas, la tomografía se ha consolidado como un componente esencial en la evaluación de pacientes con traumatismos, especialmente en casos de trauma cerrado<sup>17</sup>. No obstante, el uso sistemático de la tomografía en este contexto genera controversia debido a diversos desafíos. Entre estos desafíos se cuentan la falta de consenso para el momento idóneo de adquisición de imágenes, la posibilidad de errores diagnósticos, los efectos adversos derivados de la exposición a la radiación, y el rol de la tomografía para la toma de decisiones clínicas.

En trauma penetrante, con o sin estabilidad hemodinámica, el debate en torno al uso de la tomografía se intensifica aún más. Las demoras en la obtención de imágenes o en la interpretación adecuada de las mismas plantean un riesgo significativo de aumentar la mortalidad.

La evidencia del uso del TCT en trauma penetrante es escasa. Arruza y colaboradores<sup>3</sup>, realizaron una revisión sistemática de la literatura evaluando el efecto del TCT versus a los procedimientos radiológicos convencionales en los pacientes de trauma, con un alto rigor metodológico y de evaluación de calidad de los estudios. Se analizaron 14 publicaciones, de las cuales tan solo tres estudios reportaban en sus criterios de inclusión pacientes con trauma penetrante. Este estudio identificó que el uso de TCT no presentó diferencias respecto a la tasa de mortalidad a 24 horas, incidencia de falla orgánica múltiple, de estancia hospitalaria en unidad de cuidados intensivos o de estancia hospitalaria. El TCT se asoció con una reducción en los tiempos en la atención de sala de urgencias.

En los estudios mencionados por Arruza y colaboradores, la proporción de la población total con trauma penetrante eran menor del

20%<sup>18-20</sup>, dado a que estos estudios fueron hechos en Australia, Alemania y Suecia, países con baja incidencia de trauma penetrante. Otros estudios realizados a comienzo de este siglo, reportaron el uso de diferentes protocolos de tomografía de una sola fase para el estudio de pacientes con trauma penetrante estables, para la evaluación de la capacidad diagnóstica en la detección de lesiones viscerales abdominales<sup>21-23</sup>.

El TCT en el paciente con trauma penetrante, especialmente en el paciente con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego, permite realizar una evaluación del grado de severidad producido por el vector de daño generado por el proyectil e identificar las zonas anatómicas afectadas. El grupo de autores del presente estudio publicó sus primeras experiencias en la implementación de la tomografía para el abordaje del trauma en los pacientes que fueron atendidos entre el 2012 y 2014, incluyendo 37 pacientes con trauma penetrante, sin encontrar diferencias respecto a la severidad del trauma ni la mortalidad, comparados con 86 pacientes sin estudio tomográfico<sup>11</sup>.

El otro punto controversial es si se debe trasladar a tomografía un paciente hemodinámicamente inestable o no. Los estándares de la atención inicial del paciente con trauma afirman que la tomografía se considera como un complemento en la evaluación secundaria del paciente traumatizado. Sin embargo, a menudo implica el traslado del paciente a otras áreas del hospital donde podría no estar disponible el equipo y el personal necesario para atender situaciones potencialmente mortales. Por lo tanto, se recomienda no realizar estas pruebas especializadas hasta que el paciente haya sido minuciosamente examinado y su estado hemodinámico se haya estabilizado. Estas consideraciones se ven respaldadas por la opinión común entre cirujanos de trauma con experiencia, quienes ven la realización de una TC en pacientes gravemente traumatizados con inestabilidad hemodinámica como un riesgo potencial de demora y complicaciones.

En contraposición, realizar una tomografía en una sala de trauma moderna ofrece la ventaja de

un inicio más temprano de un tratamiento dirigido a las prioridades, lo que podría considerarse como una oportunidad para mejorar las perspectivas del paciente.

Se ha cuestionado la creencia arraigada de que “los pacientes traumatizados gravemente con inestabilidad hemodinámica no deben ser sometidos a una TC”. Esto podría deberse a varios factores, como los avances continuos en la resucitación de control de daños y las mejoras tecnológicas en los escanógrafos actuales, que ofrecen una mayor resolución en menor tiempo<sup>8,24</sup>. Además, la integración de la TC en la atención temprana del trauma ha cambiado la perspectiva en este sentido, de ver el tomógrafo como un agujero de muerte a un círculo de vida.

Avances sobre el control de los factores asociados con la atención, respecto a la integración y evolución de la organización del equipo de atención de trauma, ya ha sido documentada. La organización de un equipo de respuesta institucional que abarque no solo al grupo de cirugía de trauma y emergencias, sino a una unión entre sala de urgencias, área de radiología, banco de sangre, enfermería y cuidado intensivo ha tenido un impacto significativo en la mejora de la atención y en la reducción en la mortalidad, desde su implementación en el 2015<sup>13</sup>. Esta integración ha permitido desafiar el dogma de que los pacientes hemodinámicamente inestables no puedan ser llevados a tomografía, ya que se cuenta con todo un personal que se integra para la atención rápida y oportuna del paciente de trauma.

El presente estudio recopiló la información de 200 pacientes hemodinámicamente inestables, en que el 57 % fueron llevados a protocolo de TCT. El empleo de un protocolo estandarizado para la realización de imágenes en una sola toma, que permita visualizar un componente arterial y venoso, han contribuido a la toma de decisiones oportunas. El grupo de pacientes llevados a TCT no tuvo diferencias respecto a la severidad del trauma, comparado con el grupo control.

Sin embargo, es de resaltar que a pesar de excluir a pacientes en condición potencial inextremis (presión arterial sistólica < 60 mm Hg) de ser considerados en el grupo control, este tuvo una

diferencia significativa del compromiso fisiológico al ingreso, dado por una menor presión arterial sistólica, una tendencia a un índice de shock mayor y mayor deterioro neurológico. El protocolo institucional deja a la consideración del equipo de cirujanos y emergenciólogos la decisión de la realización de TCT o no. No obstante, al momento de evaluar el efecto del uso de la TCT sobre la mortalidad, ésta no representó un factor que contribuyera a aumentar el riesgo de muerte.

Por otro lado, realizar una TCT puede ser de beneficio en la toma de decisiones quirúrgicas en el enfoque inicial de pacientes con trauma penetrante por arma de fuego, en escenarios como el trauma múltiple o la sospecha de vectores de daño que comprometen dos áreas anatómicas, que se convierten en un desafío al momento de planear los abordajes quirúrgicos. La TCT permite al cirujano una visualización previa a la cirugía, para reconocer sus objetivos de control de la lesión y decidir alternativas de manejo quirúrgico. Es así, como el TCT se convierte en la puerta de entrada para la toma de decisiones, donde ya no solo es la dicotomía de realizar o no una cirugía mayor, como toracotomía o laparotomía, sino reconocer abordajes alternativos como las técnicas de cirugía mínimamente invasivas en trauma (laparoscopia o toracoscopia), angiembolización o manejo expectante conservador, que han avanzado en los últimos años<sup>25-28</sup>.

Los resultados del presente estudio mostraron una reducción relativa del 39 % de la realización de cirugías mayores en el grupo de pacientes evaluados con TCT. En el análisis multivariado, en que se exploró el impacto de la severidad de las lesiones y el compromiso fisiológico sobre el rol del TCT para la realización de cirugías mayores, se observó un factor que disminuye ese requerimiento de cirugías.

Entre las limitaciones asociadas a este estudio, se reconoce que la fuente de la información proviene de datos retrospectivos, en que la asignación a la intervención que se estudia, sobre el uso o no de TCT, fue producto de la decisión clínica y no de un proceso de asignación aleatoria. Información relacionada con los tiempos transcurridos entre el trauma y la atención hospitalaria, el tiempo de

traslado a sala de imagenología o de realización de cirugía, no se cuentan dentro de las variables recolectadas por el registro PTS-FVL. Igualmente, información detallada sobre las conductas de reanimación, como el volumen total de cristaloideos, volumen y relación de los hemocomponentes, soporte vasopresor o administración de ácido tranexámico no está reportada en detalle. Estas variables respecto al tiempo y de la atención inicial, pueden ser factores que impacten en las estimaciones que se presenten.

Por otro lado, se reconoce que las estimaciones realizadas en los resultados primario y secundario no encontraron que las diferencias observadas tuvieran un poder superior al 80 %. No obstante, este es el primer estudio que analiza el impacto en desenlaces clínicos, como la mortalidad y los abordajes quirúrgicos asociados, en un grupo de pacientes de trauma penetrante y hemodinámicamente inestable. Se propone realizar seguimiento prospectivo de pacientes que cumplen estos criterios de la población de estudio para evaluar el impacto de esta intervención.

## Conclusión

La tomografía corporal total puede ser empleada en la evaluación inicial de los pacientes con trauma penetrante por proyectil de arma de fuego y hemodinámicamente inestables, ya que permite una evaluación rápida de la severidad del trauma y la toma de decisiones quirúrgicas apropiadas. El uso de la tomografía corporal total no se asoció con mayor mortalidad y se relacionó con una reducción de la frecuencia de cirugías mayores.

## Agradecimientos

El grupo de autores quiere dar agradecimientos al Centro de Investigaciones Clínicas por el mantenimiento y apoyo al registro de trauma de la Sociedad Panamericana de Trauma – Fundación Valle del Lili. Agradecemos la labor del personal de digitadores conformado por Paola Gasca, Lina Timote, Wilson Piamba, Yensi Valencia, Mónica Criollo, Leidy Pedroza, Sandra Quenoran y Camila Galíndez.

## Cumplimiento de normas éticas

**Consentimiento informado:** Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional (Protocolo 554- 22-Noviembre-2011, con fecha de última renovación 27-Diciembre-2022). Los autores declararon que siguieron los parámetros de la Resolución 8430 de 1993. Por tratarse de una revisión retrospectiva de una base de datos, se consideró un estudio sin riesgo, por lo que no se requiere del diligenciamiento de consentimiento informado de los pacientes.

**Conflicto de Intereses:** Los autores declararon no tener ningún tipo de conflicto de intereses con la presente investigación.

**Uso de inteligencia artificial:** los autores declararon que no utilizaron tecnologías asistidas por inteligencia artificial (IA) (como modelos de lenguaje grande, chatbots o creadores de imágenes) en la producción de este trabajo.

**Fuentes de financiación:** Centro de Investigaciones Clínicas (CIC), Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia. Protocolo 554

## Contribuciones de los autores

- Diseño del estudio: Carlos A. Ordoñez, Alberto F. García, Yaset Caicedo.
- Recolección de la información: Isabella Caicedo-Holguín, Camilo Salazar, Hernán Esteban Munévar, Alexander Salcedo, Fernando Rodríguez, José Julián Serna, Carlos García.
- Análisis de la información: Carlos A. Ordoñez, Alberto F. García, Yaset Caicedo.
- Redacción del manuscrito: Yaset Caicedo, Isabella Caicedo-Holguín, Camilo Salazar, Hernán Esteban Munévar.
- Revisión y aprobación del manuscrito: Carlos A. Ordoñez, Alberto F. García, Alexander Salcedo, Fernando Rodríguez, José Julián Serna, Carlos García.

## Referencias

- 1 GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392:1789-858. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
- 2 Cieza A, Causey K, Kamenov K, Hanson SW, Chatterji S, Vos T. Global estimates of the need for rehabilitation

- based on the Global Burden of Disease study 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396:2006-17.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0)
- 3 Arruzza E, Chau M, Dizon J. Systematic review and meta-analysis of whole-body computed tomography compared to conventional radiological procedures of trauma patients. *Eur J Radiol*. 2020;129:109099.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109099>
  - 4 Leidner B, Beckman MO. Standardized whole-body computed tomography as a screening tool in blunt multitrauma patients. *Emerg Radiol*. 2001;8:20-8.  
<https://doi.org/10.1007/PL00011863>
  - 5 Sampson MA, Colquhoun KBM, Hennessy NLM. Computed tomography whole body imaging in multi-trauma: 7 years experience. *Clin Radiol*. 2006;61:365-9.  
<https://doi.org/10.1016/j.crad.2005.12.009>
  - 6 Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf KJ. [The role of whole body spiral CT in the primary work-up of polytrauma patients -comparison with conventional radiography and abdominal sonography]. *Rofo*. 2004;176:1142-50.  
<https://doi.org/10.1055/s-2004-813259>
  - 7 Salim A, Sangthong B, Martin M, Brown C, Plurad D, Demetriades D. Whole body imaging in blunt multisystem trauma patients without obvious signs of injury: Results of a prospective study. *Arch Surg*. 2006;141:468-75. <https://doi.org/10.1001/archsurg.141.5.468>
  - 8 Ordoñez C, García C, Parra MW, Angamarca E, Guzmán-Rodríguez M, Orlas CP, et al. Implementation of a new Single-Pass Whole-Body Computed Tomography Protocol: Is it safe, effective and efficient in patients with severe trauma? *Colomb Med (Cali)*. 2020;51:e4224.  
<https://doi.org/10.25100/cm.v51i1.4224>
  - 9 Chidambaram S, Goh EL, Khan MA. A meta-analysis of the efficacy of whole-body computed tomography imaging in the management of trauma and injury. *Injury*. 2017;48:1784-93.  
<https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.06.003>
  - 10 Sierink JC, Treskes K, Edwards MJR, Beuker BJA, den Hartog D, Hohmann J, et al. Immediate total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in patients with severe trauma (REACT-2): A randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;388:673-83.  
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30932-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30932-1)
  - 11 Ordoñez CA, Herrera-Escobar JP, Parra MW, Rodríguez-Ossa PA, Mejía DA, Sánchez AI, et al. Computed tomography in hemodynamically unstable severely injured blunt and penetrating trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;80:597-603.  
<https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000975>
  - 12 Treskes K, Saltzherr TP, Edwards MJR, Beuker BJA, Den Hartog D, Hohmann J, et al. Emergency bleeding control interventions after immediate total-body CT scans in trauma patients. *World J Surg*. 2019;43:490-6.  
<https://doi.org/10.1007/s00268-018-4818-0>
  - 13 Carvajal S, Uribe-Buritica FL, Ángel-Isaza AM, López-Girón MC, González A, Chica J, et al. Trauma team conformation in a war-influenced middle-income country in South America: is it possible? *Int J Emerg Med*. 2020;13:36.  
<https://doi.org/10.1186/s12245-020-00297-7>
  - 14 Uribe FL, Carvajal SM, Torres NF, Bustamante LA, García AF. Equipos de trauma: realidad mundial e implementación en un país en desarrollo. Descripción narrativa. *Rev Colomb Cir*. 2021;36:42-50.  
<https://doi.org/10.30944/20117582.650>
  - 15 Angamarca E, Orlas CP, Herrera-Escobar JP, Rincón É, Guzmán-Rodríguez M, Meléndez JJ, et al. Uso de la tomografía corporal total en pacientes con trauma grave: ¿es efectiva y segura para definir el manejo no operatorio? *Rev Colomb Cir*. 2020;35:84-92.  
<https://doi.org/10.30944/20117582.591>
  - 16 Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, Cerny V, Cimpoesu D, Curry N, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition. *Critical Care*. 2023;27:80.  
<https://doi.org/10.1186/s13054-023-04327-7>
  - 17 Furlow B. Whole-body computed tomography trauma imaging. *Radiol Technol*. 2017;89:159CT-180CT.
  - 18 Gordic S, Alkadhi H, Hodel S, Simmen HP, Brueesch M, Frauenfelder T, et al. Whole-body CT-based imaging algorithm for multiple trauma patients: Radiation dose and time to diagnosis. *Br J Radiol*. 2015;88:20140616.  
<https://doi.org/10.1259/bjr.20140616>
  - 19 Hsiao KH, Dinh MM, McNamara KP, Bein KJ, Roncal S, Saade C, et al. Whole-body computed tomography in the initial assessment of trauma patients: Is there optimal criteria for patient selection? *Emerg Med Australas*. 2013;25:182-91.  
<https://doi.org/10.1111/1742-6723.12041>
  - 20 Wurmb TE, Quaisser C, Balling H, Kredel M, Muellenbach R, Kenn W, et al. Whole-body multislice computed tomography (MSCT) improves trauma care in patients requiring surgery after multiple trauma. *Emerg Med J*. 2011;28:300-4.  
<https://doi.org/10.1136/emj.2009.082164>
  - 21 Shanmuganathan K, Mirvis SE, Chiu WC, Killeen KL, Scalea TM. Triple-contrast helical CT in penetrating torso trauma: A prospective study to determine peritoneal violation and the need for laparotomy. *Am J Roentgenol*. 2001;177:1247-56.  
<https://doi.org/10.2214/ajr.177.6.1771247>
  - 22 Shanmuganathan K, Mirvis SE, Chiu WC, Killeen KL, Hogan GJF, Scalea TM. Penetrating torso trauma: triple-contrast helical CT in peritoneal violation and organ injury – A prospective study in 200 patients. *Radiology*. 2004;231:775-84.  
<https://doi.org/10.1148/radiol.2313030126>
  - 23 Chiu WC, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Scalea TM. Determining the need for laparotomy in penetrating torso trauma: A prospective study using triple-

- contrast enhanced abdominopelvic computed tomography. *J Trauma*. 2001;51:860-9.  
<https://doi.org/10.1097/00005373-200111000-00007>
- 24 Huber-Wagner S, Mand C, Ruchholtz S, Kühne CA, Holzapfel K, Kanz KG, et al. Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival – A retrospective, multicentre study. *Injury*. 2014;45 Suppl 3:S76-82.  
<https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.08.022>
- 25 Ordoñez CA, Parra MW, Millán M, Caicedo Y, Guzmán-Rodríguez M, Padilla N, et al. Damage control in penetrating liver trauma: Fear of the unknown. *Colomb Med (Cali)*. 2020;51:e4134365.  
<https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4365>
- 26 Salcedo A, Ordoñez CA, Parra MW, Osorio JD, Guzmán-Rodríguez M, Pino LF, et al. Damage control for renal trauma: The more conservative the surgeon, better for the kidney. *Colomb Med (Cali)*. 2021;52:e4094682.  
<https://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4682>
- 27 Serna C, Serna JJ, Caicedo Y, Padilla N, Gallego LM, Salcedo A, et al. Damage control surgery for splenic trauma: “preserve an organ - preserve a life.” *Colomb Med (Cali)*. 2021;52:e4084794.  
<https://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4794>
- 28 Zafar SN, Onwugbufor MT, Hughes K, Greene WR, Cornwell EE, Fullum TM, et al. Laparoscopic surgery for trauma: The realm of therapeutic management. *Am J Surg*. 2015;209:627-32.  
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2014.12.011>