

Manejo y protocolos de imagen en el paciente politraumatizado grave



E. Martínez Chamorro^{a,*}, L. Ibáñez Sanz^a, A. Blanco Barrio^b, M. Chico Fernández^c
y S. Borruel Nacenta^a

^a Sección de Radiología de Urgencias, Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

^b Sección de Radiología de Urgencias, Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital General Universitario Morales Meseguer, Murcia, España

^c Unidad de Cuidados Intensivos de Trauma y Emergencias, Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

Recibido el 30 de junio de 2022; aceptado el 17 de septiembre de 2022

Disponible en Internet el 3 de noviembre de 2022

PALABRAS CLAVE
Politraumatismo;
Protocolo;
Tomografía
computarizada de
cuerpo completo;
Radiología simple;
Ecografía

Resumen La enfermedad traumática es una patología grave y compleja, que requiere de la actuación coordinada de un equipo multidisciplinar.

Las pruebas de imagen desempeñan un papel fundamental para un diagnóstico rápido y preciso; en particular, la tomografía computarizada (TC) de cuerpo completo se ha convertido en la herramienta clave. Existen diferentes protocolos de TC en función de la gravedad del paciente; en los más graves se prioriza una exploración más rápida a costa de aumentar la radiación (protocolo tiempo-precisión) y en los estables se pueden realizar protocolos con dosis optimizada.

En los pacientes inestables que no pueden acceder a la TC, se emplean radiografías de tórax y pelvis, y ecografía *Focused Assessment with Sonography for Trauma* (FAST) o e-FAST, menos sensibles que la TC, pero que permiten diagnosticar situaciones que requieren un tratamiento inmediato.

El objetivo del artículo es revisar las técnicas de imagen y los protocolos de TC en la atención inicial hospitalaria del paciente politraumatizado.

© 2022 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: elenamartinezcha@hotmail.com (E. Martínez Chamorro).

KEYWORDS

Polytrauma;
Protocol;
Whole-body
computed
tomography;
Plain-film X-rays;
Ultrasonography

Patients With Severe Polytrauma: Management And Imaging Protocols

Abstract Traumatic injuries can be severe and complex, requiring the coordinated efforts of a multidisciplinary team.

Imaging tests play a fundamental role in rapid and accurate diagnosis. In particular, whole-body computed tomography (CT) has become a key tool. There are different CT protocols depending on the patient's condition; whereas dose-optimized protocols can be used in stable patients, time/precision protocols prioritizing speed at the cost of delivering higher doses of radiation should be used in more severe patients.

In unstable patients who cannot be examined by CT, X-rays of the chest and pelvis and FAST or e-FAST ultrasound studies, although less sensitive than CT, enable the detection of situations that require immediate treatment.

This article reviews the imaging techniques and CT protocols for the initial hospital workup for patients with multiple trauma.

© 2022 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El paciente politraumatizado es aquel que presenta lesiones traumáticas en diferentes órganos o sistemas, con repercusión sistémica y potencialmente mortales. En los países occidentales, la patología traumática es la primera causa de muerte en menores de 45 años y la quinta de mortalidad general, además de suponer una alta tasa de morbilidad y discapacidad con un elevado coste socioeconómico¹.

Debido a que la enfermedad traumática es «*dependiente del tiempo*», es crucial contar con un sistema organizado que pueda intervenir con rapidez y eficacia, que incluye equipos de *atención prehospitalaria* y equipos de *atención especializada intrahospitalaria*, formados por profesionales de diversas disciplinas, que actúan de forma ordenada y coordinada. En ellos, la radiología, tanto diagnóstica como terapéutica, desempeña un papel esencial.

La valoración inicial del paciente politraumatizado se basa en el protocolo de Apoyo Vital Avanzado en Trauma (del inglés *Advanced Trauma Life Support* o ATLS®)², cuyo objetivo es identificar y tratar precozmente las lesiones que amenazan la vida, con la máxima de «tratar primero aquello que mata antes». Esto se consigue mediante la valoración rápida y ordenada del clásico ABCDE.

La anamnesis y la exploración clínica son poco precisas en la patología traumática³, mientras que las pruebas de imagen, en particular la tomografía computarizada (TC), tienen una alta sensibilidad y especificidad en la evaluación de la mayoría de las lesiones traumáticas, incluidas las lesiones vasculares. Es necesario disponer de protocolos de imagen bien establecidos que permitan realizar las pruebas de imagen de forma rápida y con interpretación precisa. El objetivo del artículo es revisar las técnicas de imagen empleadas y los protocolos de TC existentes en la atención inicial hospitalaria de los pacientes politraumatizados.

Manejo radiológico básico inicial o evaluación primaria

Incluye pruebas radiológicas rápidas y accesibles, que se realizan durante la evaluación inicial del paciente para el cribado de lesiones que requieren tratamiento inmediato, como el neumotórax o hemotórax a tensión, el taponamiento cardíaco o la hemorragia masiva abdominal o pélvica. Se realizan en la propia sala de atención inicial, con equipos portátiles o integrados, sin necesidad de desplazamiento, sin interferir en la reanimación del paciente y sin retrasar medidas terapéuticas. Incluyen la radiología convencional y la ecografía FAST (del acrónimo inglés *Focused Assessment with Sonography for Trauma*).

Radiografía de tórax anteroposterior en decúbito supino

La radiografía anteroposterior (AP) de tórax forma parte del protocolo de atención inicial ATLS®, pues aporta información esencial sobre lesiones que pueden comprometer la vida como el neumotórax o hemotórax a tensión, hematoma mediastínico o rotura diafragmática, además de informar sobre la colocación de tubos y vías.

Radiografía de pelvis

La lesión del anillo pélvico es un indicador de traumatismo grave, frecuentemente asociado a otras lesiones importantes y a shock hemorrágico. El desarrollo de medidas de inmovilización de la pelvis como la faja pélvica ha contribuido a mejorar la situación hemodinámica de los pacientes con traumatismo pélvico.

Aunque la radiografía de pelvis ha formado parte tradicionalmente del protocolo ATLS®, actualmente solo está

indicada en los pacientes inestables cuyo grado de inestabilidad hemodinámica impida la realización de una TC.

Ecografía FAST y e-FAST

Es la ecografía dirigida al traumatismo. Es FAST cuando se aplica al abdomen y *extended-FAST* (e-FAST) cuando se extiende al tórax. Es una exploración sencilla, inocua, rápida (1-2 min) y reproducible, cuyo objetivo es identificar líquido libre intraperitoneal (FAST) y en las cavidades pleural y pericárdica (e-FAST), que en el contexto del traumatismo agudo se interpreta como hemoperitoneo, hemotórax y hemopericardio, respectivamente. La ecografía e-FAST ha demostrado tener una mayor sensibilidad que la radiografía de tórax AP para la detección de neumotórax⁴.

Está indicada en pacientes con inestabilidad hemodinámica para detectar situaciones que requieran tratamiento inmediato como neumotórax o hemotórax a tensión, tapónamiento pericárdico o hemoperitoneo masivo. No se recomienda en pacientes estables por su baja sensibilidad para detectar lesiones viscerales. Está limitada en pacientes con heridas cutáneas, quemaduras, enfisema subcutáneo, neumoperitoneo y obesidad.

Técnicamente, la cavidad abdominal se explora con una sonda convex de 3,5-5 MHz con 4 abordajes: subxifoideo para el estudio del hemopericardio, cuadrante superior derecho, cuadrante superior izquierdo y pelvis para la detección de hemoperitoneo («regla de las 4 P»: pericardio, perihepático, periesplénico y pelvis)⁵.

El hemotórax se valora también con una sonda convex de baja frecuencia explorando los senos costofrénicos, mientras que para la valoración del neumotórax se prefieren transductores lineales de alta frecuencia (5-10 MHz) con abordaje entre el segundo y cuarto espacios intercostales en la línea medioclavicular⁶.

También se puede valorar la vena cava inferior para ayudar a determinar el estado del volumen del paciente y la respuesta a la reposición de volumen⁵⁻⁸.

Tomografía computarizada

La TC es la prueba de imagen fundamental en el paciente politraumatizado por su rapidez, disponibilidad y alta precisión diagnóstica⁹. En la programación de los estudios es muy importante que exista una comunicación efectiva entre los equipos de Traumatología y Radiodiagnóstico.

Requisitos de la sala y del equipo de tomografía computarizada

La sala de TC debe estar lo más cerca posible del área de atención inicial del paciente politraumatizado para minimizar el tiempo de traslado, preferiblemente a menos de 50 m, disponer de equipamiento adecuado para las maniobras de reanimación y estar disponible durante las 24 h del día¹⁰. Se prefieren equipos de al menos 64 detectores¹¹ con técnicas de reducción de dosis. Los *quirófanos híbridos*¹², que integran en una sola sala todas las herramientas diagnósticas y terapéuticas (cirugía, angiografía vascular, TC,

radiología convencional, e-FAST, equipos de infusión y recuperación de células, etc.), mejorarán el manejo del paciente politraumatizado.

Indicaciones. Tomografía computarizada de cuerpo completo o tomografía computarizada selectiva

La selección de los pacientes que requieren una TC de cuerpo completo (TCCC) tras un traumatismo sigue siendo un desafío. La elección es clara cuando existe una combinación de alteración de parámetros vitales, mecanismo lesional de alta energía y hallazgos clínicos indicativos de lesiones graves. Sin embargo, continúa el debate sobre la relación riesgo-beneficio de la TCCC sistemática después de un impacto de alta energía cuando no hay sospecha clínica de lesiones, ya que hasta el 39-47% de los pacientes a los que se les realiza pueden no tener lesiones¹³.

La publicación del ensayo clínico REACT-2¹⁴ en 2016, primer estudio internacional, multicéntrico y aleatorizado no enmascarado en pacientes con trauma, no demostró diferencias significativas en la mortalidad entre los grupos de pacientes a los que se realizó TCCC respecto a los que se les practicó una TC selectiva de acuerdo con las guías ATLS®, aunque sí mostró una reducción del tiempo de exploración y de diagnóstico e incremento de la dosis de radiación en el grupo de TCCC, si bien el 46% de los pacientes con TC selectiva finalmente precisaron TCCC.

La exposición innecesaria a la radiación de un grupo poblacional relativamente joven es uno de los mayores inconvenientes de la aplicación sistemática de la TCCC en los pacientes politraumatizados. Se recomienda utilizar con precaución, optimizando los criterios de selección según el mecanismo lesional, los signos vitales, la sospecha clínica, la edad y la comorbilidad del paciente.

El algoritmo propuesto por las guías de la European Society of Emergency Radiology (ESER)¹⁵ tiene en cuenta la clasificación de los enfermos en politraumatizados y no politraumatizados. Dado que no existe una definición prospectiva del paciente politraumatizado, esta decisión la toma el líder del equipo de atención inicial. El primer grupo es candidato a la realización de una TCCC, que variará en función de las necesidades del paciente. El segundo grupo es candidato a una TC selectiva que permitirá evitar la sobreexposición a la radiación con una seguridad diagnóstica adecuada.

Algoritmo de pruebas de imagen y manejo

La mejora en los protocolos de atención inicial ha contribuido a disminuir el número de pacientes inestables a quienes no se puede realizar una TC. Se considera que un paciente es inestable cuando la presión arterial sistólica es inferior a 90 mmHg, aunque no existe consenso unánime y puede modificarse por diferentes cofactores como edad, comorbilidad, etc.¹⁶.

La situación hemodinámica, la exploración clínica y los hallazgos radiológicos en el manejo inicial pueden ayudar mucho en la toma de decisiones, de tal manera que antes de realizar una TC urgente:

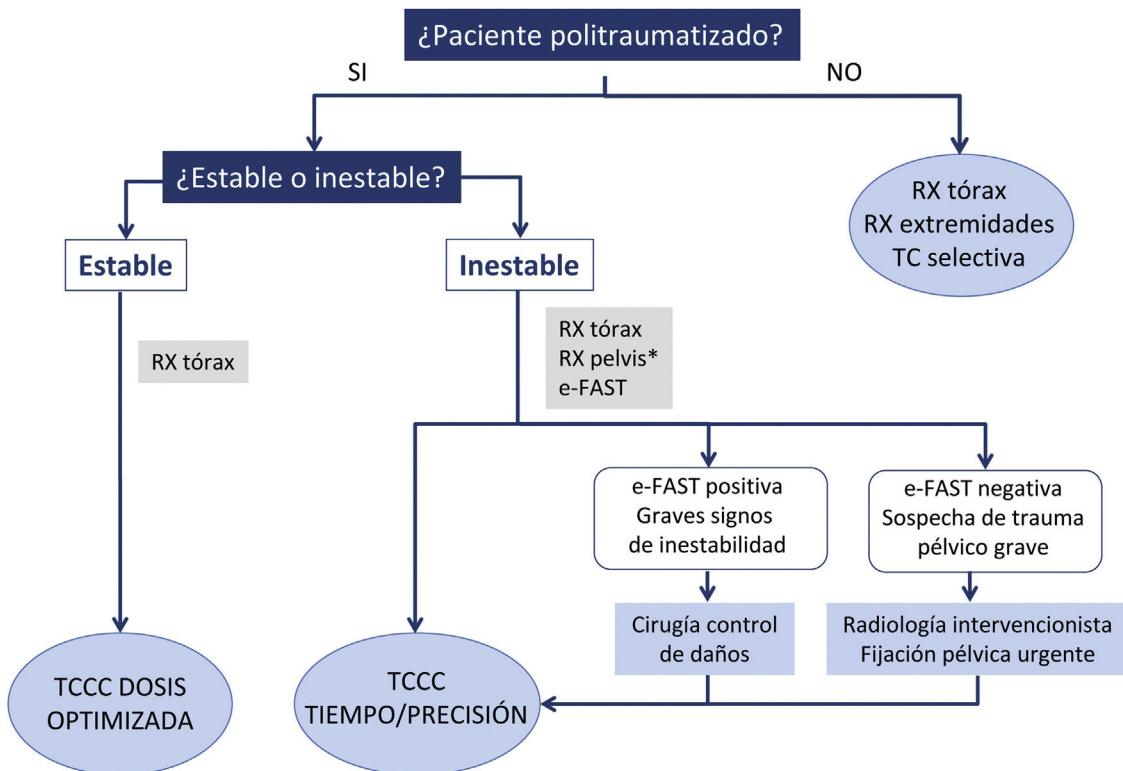


Figura 1 Propuesta de algoritmo diagnóstico de las pruebas radiológicas en el paciente politraumatizado. La decisión de si un paciente es politraumatizado o no y la valoración de su grado de estabilidad corresponden al líder del equipo de atención al traumatismo. Es importante tener en cuenta que, en algunos pacientes con shock hemorrágico, bien por fractura de pelvis o bien por lesiones internas, la TCCC puede ser pospuesta por una cirugía de control de daños, fijación pélvica urgente o por tratamientos de radiología intervencionista.

e-FAST: ecografía FAST extendida; RX: radiografía; TCCC: tomografía computarizada de cuerpo completo.

* Valorar si la RX de pelvis es útil o no.

- Los pacientes inestables con e-FAST positiva pueden precisar de una cirugía urgente de control de daños o de balón endovascular de oclusión aórtica, *Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA)*¹⁷.
- Los pacientes inestables con e-FAST negativa y sospecha de traumatismo pélvico grave pueden precisar procedimientos de radiología intervencionista antes o después de fijación pélvica urgente¹⁸.

Fuera de estos supuestos, la diferencia entre pacientes estables e inestables puede hacer variar el tiempo de duración y la dosis de radiación de la TCCC. Siguiendo las guías de la ESER¹⁵, en los pacientes con compromiso de signos vitales o sospecha de lesión grave prima realizar una exploración con la mayor calidad en el menor tiempo posible (*protocolo de optimización del tiempo o tiempo-precisión*), mientras que en los pacientes estables hemodinámicamente, sin sospecha de lesión grave y jóvenes se puede mejorar la calidad del estudio y reducir de forma significativa la exposición a la radiación a costa de alargar ligeramente el tiempo de exploración (*protocolo de optimización de dosis*).

El algoritmo de manejo de nuestro centro se resume en la **figura 1**.

Colocación del paciente en la tomografía computarizada

El paciente se coloca en el equipo de TC entrando con los pies primero, debido al menor artefacto de los cables de los dispositivos y monitores, y a la mayor accesibilidad al paciente.

Respecto a la colocación de los brazos (**fig. 2**), la posición de los brazos levantados por encima de la cabeza es la que proporciona menos artefactos en la valoración de las vísceras sólidas y menor dosis de radiación, permitiendo una calidad de imagen adecuada en la angio-TC de cuello. Es la que se prefiere en el protocolo de dosis optimizada, siempre que sea posible. El efecto de dejar uno de los brazos a lo largo del cuerpo (posición de nadador) incrementa la dosis de radiación un 18% y si son los 2 brazos, un 45%¹⁹.

En el protocolo de tiempo-precisión, el paciente se colocará con los brazos cruzados sobre el tronco o sobre el abdomen y apoyados sobre una almohada, lo que supone un incremento de la dosis de radiación del 25% y produce menos artefactos en las vísceras sólidas que si se colocasen a lo largo del cuerpo.

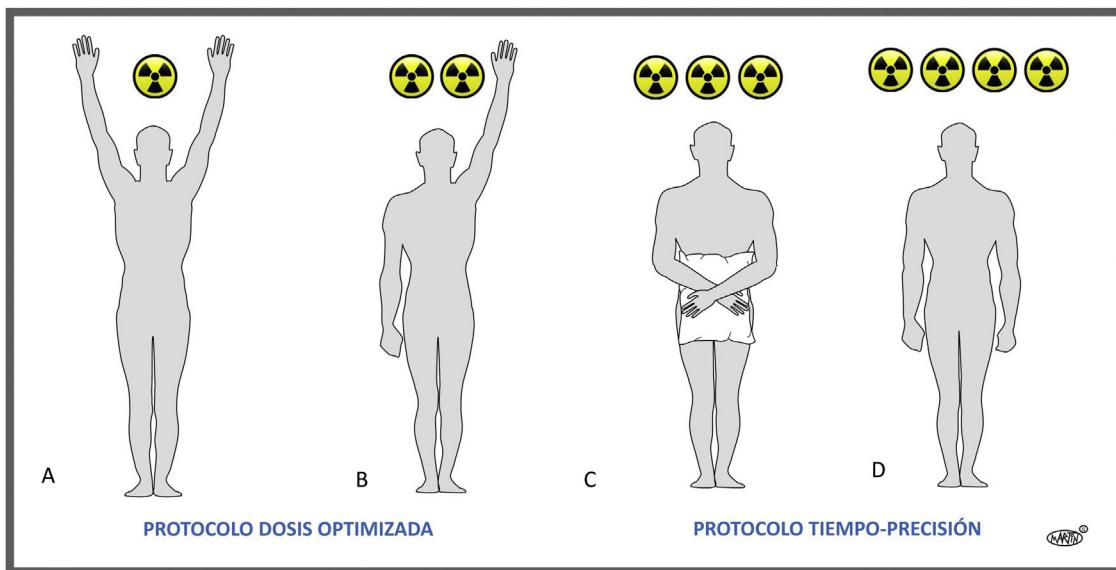


Figura 2 Efecto de la posición de los brazos en la TCCC. A) La posición con los brazos arriba es la posición que mayor calidad proporciona en la valoración de las vísceras sólidas y la de menor radiación de todas las posiciones. Además, proporciona una calidad de imagen adecuada en la angio-TC de troncos supraaórticos. Es la que se recomienda en los protocolos de TCCC de dosis optimizada siempre que sea posible elevar los brazos. B) Si no es posible elevar uno de los brazos, la radiación se incrementa un 18% respecto a la posición de brazos elevados, pero conlleva una menor radiación que la posición de ambos brazos bajados. C) Brazos cruzados sobre una almohada. En el protocolo de TCCC tiempo-precisión se prefiere colocar los brazos cruzados sobre el cuerpo abrazados a una almohada, bien sobre el tórax o sobre el abdomen, siempre que no existan lesiones que lo imposibiliten. Esta posición supone una dosis de radiación un 25% mayor frente a la posición de brazos arriba. D) La posición con los brazos abajo es la menos recomendable, ya que produce un mayor artefacto en la valoración de las vísceras sólidas y una mayor radiación, un 45% mayor que con la posición de brazos arriba, por lo que debe evitarse siempre que sea posible.

TCCC: tomografía computarizada de cuerpo completo.

Protocolo de tomografía computarizada de cuerpo completo

El protocolo de TCCC en los pacientes politraumatizados aún no está bien estandarizado. En el paciente politraumatizado grave, después de la TC de cráneo sin contraste intravenoso (CIV), se prefiere un protocolo multifásico en fases arterial y portal, cuyo objetivo es la detección precoz y la caracterización de las lesiones vasculares (sangrado activo y seudoaneurismas) (fig. 3), de gran importancia, ya que la hemorragia constituye la principal causa de muerte evitable en estos pacientes^{20,21}. El protocolo multifásico tiene como inconvenientes una mayor radiación que los protocolos de una sola adquisición (protocolos monofásico y de doble bolo o *split-bolus*) y un mayor número de imágenes que necesitan ser interpretadas en poco tiempo.

El protocolo de TCCC en el paciente politraumatizado grave debe incluir (fig. 4):

- TC de cráneo sin CIV.
- TC de columna cervical. En el protocolo de dosis optimizada será sin CIV. En el protocolo tiempo-precisión forma parte de la misma hélice de tórax-abdomen-pelvis en fase arterial. Debido a que se emplea un grosor de corte fino, en caso de existir traumatismo facial se recomienda incluir todo el macizo facial en el estudio de columna cervical.
- TC de tórax-abdomen-pelvis en fase arterial.
- TC de abdomen-pelvis en fase portal.

La realización de una fase toraco-abdomino-pélvica basal (sin CIV) no está justificada por su escasa rentabilidad diagnóstica y para evitar radiación innecesaria. Se utilizará contraste yodado no iónico de alta concentración (350 mg I/ml), con una velocidad de inyección de 3-4 ml/s seguida de un bolo de suero salino. La dosis total se ajusta al peso del paciente (1,5 ml/kg).

La fase arterial se suele realizar con técnica de detección automática de bolo con localizador en la aorta descendente, retardo de 10 s y técnica de baja dosis. Permite obtener un mapa vascular y detectar posibles lesiones vasculares contenidas (seudoaneurismas o fistulas arteriovenosas) que pueden pasar desapercibidas en la fase portal^{22,23}. También es útil para identificar la hemorragia activa arterial (fig. 3); sin embargo, hay que tener en cuenta que el sangrado activo arterial puede no aparecer en la fase arterial si es intermitente, por vasoespasmo o por shock hipovolémico.

La fase portal abdominalpélvica con retardo de 70-75 s es la óptima para reconocer las lesiones parenquimatosas de los órganos sólidos, ya que consigue una opacificación homogénea de las vísceras y es más sensible que la fase arterial para la valoración del sangrado activo (fig. 3).

En función de los hallazgos radiológicos y la sospecha clínica, a este protocolo estándar pueden añadirse:

- Fase tardía a los 3 min con técnica de baja dosis para valorar lesión de la vía urinaria o confirmar y caracterizar hemorragia activa.

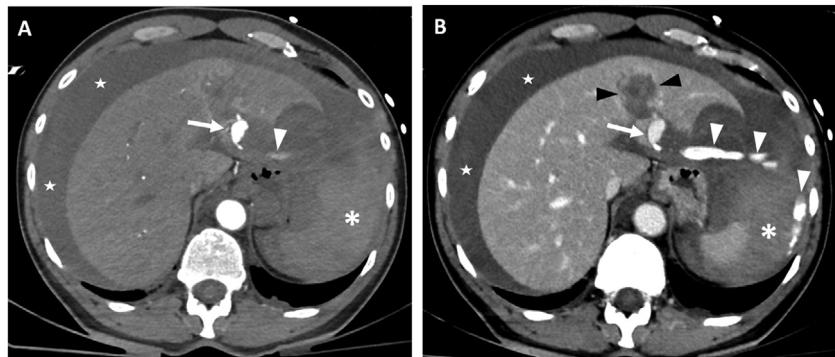


Figura 3 [CS1]Lesión vascular contenida y sangrado activo. Paciente mujer de 51 años que tuvo accidente con patinete eléctrico, con inestabilidad hemodinámica mantenida con protocolo de transfusión masiva. TC en fase arterial (A) y portal (B). Extensa laceración hepática (flechas cortas negras) en el lóbulo izquierdo, sobre todo en el segmento 3, con seudoaneurisma (flecha blanca) y sangrado activo arterial (puntas de flechas). Importante hemoperitoneo de predominio perihepático y periesplénico (asteriscos). El sangrado activo se manifiesta como focos de contraste extravascular mal delimitados, que aumentan de tamaño en las fases posteriores, mientras que las lesiones vasculares contenidas (seudoaneurismas o fistulas arteriovenosas) son lesiones redondeadas bien delimitadas, de igual tamaño y con comportamiento vascular similar a las estructuras arteriales en todas las fases, por lo que son más evidentes en la fase arterial y lavan en las fases posteriores.

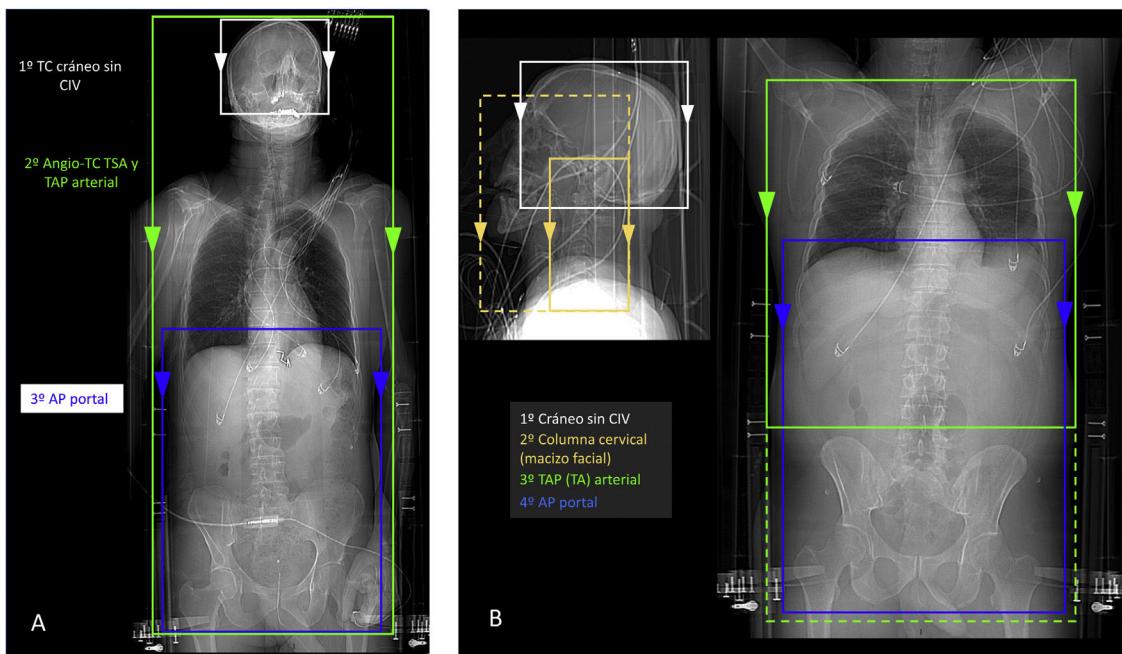


Figura 4 Protocolos de TCCC. A) TCCC tiempo-precisión. Se realiza con un único escanograma realizado con los brazos hacia abajo cruzados sobre el tórax o sobre el abdomen siempre que sea posible y consta de TC de cráneo sin CIV, seguido de estudio en fase arterial que incluye el polígono de Willis, cuello, tórax, abdomen y pelvis y de fase venosa abdominopélvica. B) TCCC de dosis optimizada. Se realiza en primer lugar topograma de cráneo y cuello con los brazos bajados y se realiza TC de cráneo sin CIV y después TC de columna cervical sin CIV. Posteriormente, se realiza topograma toracoabdominopélvico con ambos brazos levantados si es posible, con fase arterial del tórax, abdomen y pelvis (o al menos del tórax y del abdomen) seguida de fase portal abdominopélvica. En ambos protocolos se debe valorar la indicación de fase tardía o cisto-TC, que deben realizarse con técnica de baja dosis.

AP: abdomen-pelvis; CIV: contraste intravenoso; TAP: tórax, abdomen y pelvis; TC: tomografía computarizada; TCCC: tomografía computarizada de cuerpo completo; TSA: troncos supraaórticos.

- Cisto-TC para descartar lesión vesical, mediante el llenado vesical retrógrado a través de sonda de una solución de contraste iodado hidrosoluble diluido al 10% (unos 200-300 ml). Puede realizarse simultáneamente con la fase tardía.

- Angio-TC de las extremidades superiores o inferiores en fase arterial en caso de sospecha de lesión vascular.

En el protocolo con optimización de dosis se puede plantear realizar una TC de tórax-abdomen-pelvis con doble

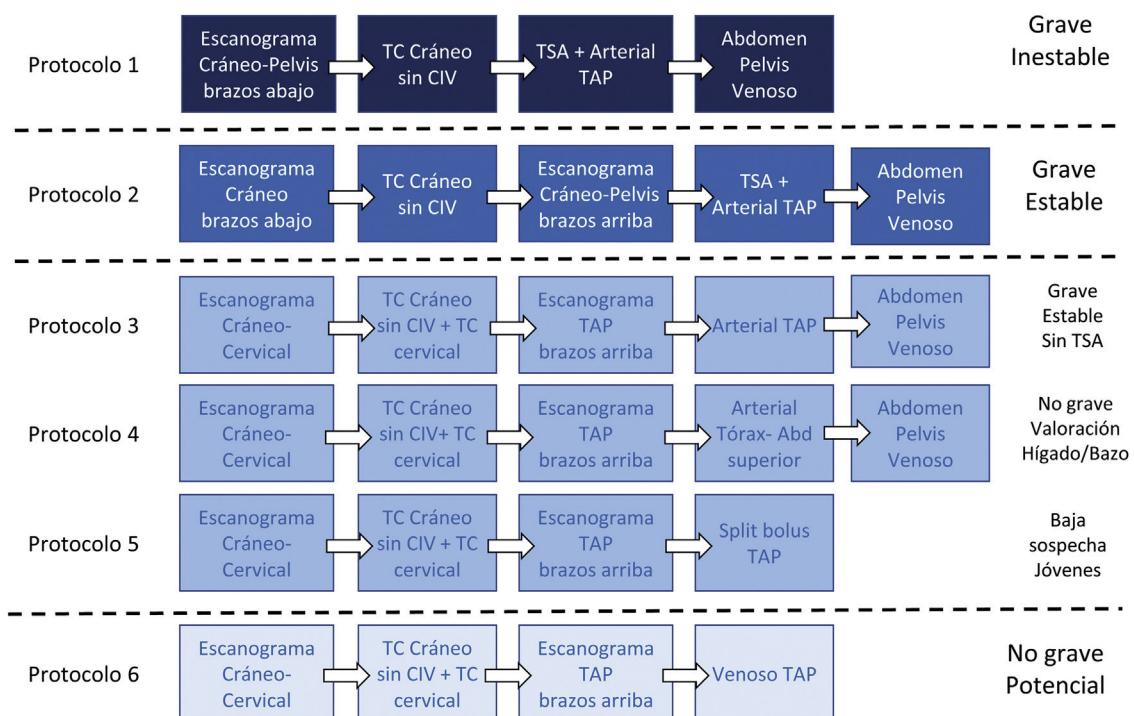


Figura 5 Propuesta de protocolos de TCCC en el enfermo politraumatizado. El protocolo 1 correspondería al propuesto por las guías de la ESER como protocolo tiempo-precisión. El resto de los protocolos corresponderían a distintas variaciones del protocolo de dosis optimizada. Recomendamos aplicar el protocolo 5 a pacientes jóvenes con baja sospecha de lesión grave. El protocolo 6 se aplica a pacientes «potenciales» en los que existe una baja sospecha de lesión hemorrágica arterial. Algunos de estos pacientes pueden requerir TC para valorar el esqueleto axial, en los que recomendamos administrar CIV para evitar una segunda exploración ante hallazgos de traumatismos detectados de manera incidental. Es importante disponer de protocolos bien establecidos para mejorar la comunicación entre el radiólogo y el técnico especialista de Radiodiagnóstico que realiza la exploración.

CIV: contraste intravenoso; ESER: European Society of Emergency Radiology; TC: tomografía computarizada; TCCC: tomografía computarizada de cuerpo completo; TSA: troncos supraraóticos; TAP: tórax-abdomen-pelvis.

bolo de CIV o *split-bolus*²⁴. Obtiene en una sola adquisición una fase arterial y una fase venosa, reduciendo significativamente la dosis de radiación. Como inconveniente, incrementa la cantidad de CIV administrado, puede presentar dificultades en la detección y caracterización de lesiones vasculares como, por ejemplo, la distinción entre lesión vascular contenida y sangrado activo, y el origen arterial o venoso de la hemorragia pélvica.

En la figura 5 se detallan los protocolos de TCCC existentes en nuestra institución.

No se recomienda la utilización de contraste por vía oral en los pacientes politraumatizados. Se reserva para aquellos pacientes, normalmente con traumatismo penetrante, en los que exista una sospecha baja o intermedia de perforación de víscera hueca. La ausencia de fuga de contraste oral no excluye por completo la perforación de víscera hueca, además su administración demora la exploración e impide valorar adecuadamente la pared intestinal, dificultando la detección de signos de traumatismo o isquemia intestinal.

Informe estructurado

El informe de la TC del enfermo politraumatizado se divide en 3 partes²⁵:

- La *revisión primaria*, realizada a pie de máquina y generalmente verbal, en la que deben informarse las lesiones que ponen en peligro la vida del paciente. *El concepto de radiología de control de daños incluye el diagnóstico precoz de las lesiones del sistema nervioso central, de los focos de inestabilidad hemodinámica y aquellas lesiones que requieren cirugía e intervención urgente.*
- La *revisión secundaria*, donde se analizan todas las imágenes radiológicas elaborándose un informe escrito detallado de todas las lesiones existentes, preferiblemente estructurado.
- La *revisión terciaria*, realizada en las primeras 24 h por otros radiólogos expertos, cuyo objetivo es detectar lesiones que hayan podido pasar desapercibidas o se hayan interpretado erróneamente.

En el procesamiento de las imágenes son muy útiles las reconstrucciones multiplanares sagitales y coronales para valorar la columna vertebral, la pelvis y el diafragma, y la reconstrucción sagital oblicua siguiendo el eje del cayado aórtico para evaluar la aorta. Las reconstrucciones volumétricas pueden ayudar en la valoración del trauma facial y de la pelvis ósea.

Tabla 1 Indicaciones de exploración quirúrgica urgente en traumatismo penetrante

Traumatismo penetrante cráneo-cervical	Traumatismo penetrante del torso
Vascular	<ul style="list-style-type: none"> • Hematoma expansivo o pulsátil • Sangrado activo a través de la herida • Inestabilidad hemodinámica • Ausencia de pulsos • Soplo
Respiratorio (laringe, tráquea, bronquios)	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrucción de la vía aérea • Fuga de aire por la herida • Neumotórax a tensión • Enfisema subcutáneo masivo
Digestivo (faringe, esófago cervical)	<ul style="list-style-type: none"> • Hematemesis • Fuga de saliva por herida • Enfisema subcutáneo

Protocolo en el trauma penetrante

Las diferencias en el mecanismo de producción, en la gravedad de los pacientes y en el manejo clínico y radiológico hacen que el traumatismo penetrante difiera considerablemente del traumatismo cerrado. La alta mortalidad de los pacientes inestables o con lesiones potencialmente mortales obliga en muchos casos a una exploración quirúrgica antes de realizar una TC para la valoración inicial de daños^{26,27} (tabla 1).

En pacientes candidatos a TC, esta puede ser planteada de manera selectiva si las lesiones penetrantes tienen una localización anatómica concreta. En caso de lesiones en múltiples territorios, en pacientes inconscientes o en los que desconocemos el mecanismo lesional, se aconseja realizar una TCCC. Dado que la hemorragia masiva es una de las principales complicaciones, estarían indicadas las fases arterial y venosa para descartar una lesión vascular y sangrado activo.

Existe controversia en la utilización de protocolo con triple contraste (intravenoso, oral y rectal) o protocolo de TC simple solo con CIV. El empleo del triple contraste está muy extendido en Estados Unidos, aunque no hay un consenso sobre su utilización y no está dentro de las recomendaciones del American College of Radiology.

Dado que no existe consenso en la utilización o no del contraste oral o rectal, no suele administrarse de rutina y se reserva en casos dudosos de perforación de víscera hueca en pacientes estables a criterio del equipo médico tratante.

Si se considera que ha de utilizarse contraste oral positivo se administrarán 800 ml en 2 dosis de 400 ml separadas, la primera 30 min antes y la segunda inmediatamente antes de la TC. También se administrarán 1.000 ml de contraste rectal (contraste iodado hidrosoluble diluido al 4%), suministrado en la mesa mediante presión hidrostática.

Dosis de radiación

La principal limitación del uso de la TC es la exposición a la radiación, especialmente en pacientes jóvenes. La dosis

efectiva de radiación en un estudio de TCCC es de aproximadamente 20,9 mSv¹⁴. Se ha demostrado que la radiación > 20 mSv antes de los 40 años aumenta el riesgo de desarrollar cáncer en 1/1.000 pacientes²⁸. Por este motivo, los avances tecnológicos hacen esfuerzos para reducir la dosis de radiación manteniendo una buena calidad de imagen, por ejemplo, a través de la reconstrucción iterativa, la modulación de la corriente del tubo^{29,30} o con los protocolos de administración de CIV *split-bolus*.

Otros métodos de imagen / posibles mejoras diagnósticas

Tomografía computarizada con energía espectral

La TC de energía espectral ofrece nuevas herramientas en el diagnóstico del paciente politraumatizado con menor dosis, ya que proporciona estudio basal sin penalización de radiación y puede aumentar la visibilidad de los hematomas y del sangrado activo con el uso de imágenes de sustracción³¹. También permite valorar el edema óseo y las fracturas ocultas.

Ecografía con contraste por vía intravenosa

Tiene la ventaja de no utilizar radiación ionizante, especialmente útil en niños, embarazadas y mujeres en edad fértil. Puede ser utilizada en pacientes con fallo renal o alergia a contrastes yodados.

Aunque no está bien definido cómo integrarla en el estudio del paciente politraumatizado, actualmente tiene un papel importante en el seguimiento de lesiones traumáticas de las vísceras abdominales (hígado, bazo y riñones) tratadas de forma conservadora o como exploración de primera línea en traumatismos abdominales aislados leves o de baja energía^{32,33}.

Resonancia magnética

Está indicada en pacientes con sospecha clínica o radiológica de lesiones que pueden pasar desapercibidas en la TC, como las lesiones espinales³⁴ o las microhemorragias de la lesión axonal difusa, en algunos traumatismos abdominopélvicos, sobre todo para la valoración del traumatismo pancreático y de la vía biliar³⁵, en traumatismos musculoesqueléticos complejos, así como en pacientes embarazadas y en niños³⁶.

Inteligencia artificial

Puede facilitar la labor del radiólogo, acortando el tiempo de lectura de la TCCC, como, por ejemplo, con la aplicación de algoritmos óseos específicos para la columna vertebral y las costillas³⁷.

Conclusión

El papel del radiólogo es clave y debe decidir el protocolo de imagen que mejor se adapte al paciente politraumatizado. Para ello, es necesaria una participación activa y una adecuada comunicación e integración con el equipo multidisciplinar de atención al paciente politraumatizado.

La TC se ha convertido en la técnica de imagen fundamental para la evaluación inicial y toma de decisiones en los pacientes politraumatizados. En los pacientes más graves se prefieren estudios de TCCC multifásicos, por su mejor detección y caracterización de las lesiones vasculares y del sangrado activo, de gran importancia en el manejo de estos pacientes. Las radiografías de tórax y pelvis y la ecografía FAST o e-FAST se reservan para los pacientes que no pueden acceder a la TC.

Es aconsejable que cada institución disponga de protocolos de TCCC bien establecidos, que permitan un diagnóstico rápido y preciso de las lesiones.

Autoría

Todos los autores declaran haber contribuido sustancialmente en todos los aspectos de elaboración del manuscrito:

1) en la concepción y el diseño del estudio, o la adquisición de datos, o el análisis y la interpretación de los datos; 2) en la elaboración del borrador del artículo o la revisión crítica del contenido intelectual, y 3) y en la aprobación definitiva de la versión que se presenta.

Financiación

Ninguna.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Alted López E. Are the paradigms in trauma disease changing? *Med intensiva*. 2015;39:382–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2015.03.010>.
- Galvagno SM, Nahmias JT, Young DA. Advanced Trauma Life Support® Update 2019: Management and applications for adults and special populations. *Anesthesiol Clin*. 2019;37:13–32, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anclin.2018.09.009>.
- Nguyen D, Platon A, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Becker CD, Poletti P-A. Evaluation of a single-pass continuous whole-body 16-MDCT protocol for patients with polytrauma. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;192:3–10, <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.07.3702>.
- Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, Liu D, Rowan K, Ball CG, et al. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma*. 2004;57:288–95, <http://dx.doi.org/10.1097/01.ta.0000133565.88871.e4>.
- Richards JR, McGahan JP. Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What radiologists can learn. *Radiology*. 2017;283:30–48, <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2017160107>.
- O'Keeffe M, Clark S, Khosa F, Mohammed MF, McLaughlin PD, Nicolaou S. Imaging protocols for trauma patients: Trauma series, extended focused assessment with sonography for trauma, and selective and whole-body computed tomography. *Semin Roentgenol*. 2016;51:130–42, <http://dx.doi.org/10.1053/j.ro.2016.02.007>.
- American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Emergency Physicians. AIUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination. *J Ultrasound Med*. 2014;33:2047–56, <http://dx.doi.org/10.7863/ultra.33.11.2047>.
- Monnet X, Shi R, Teboul J-L. Prediction of fluid responsiveness. What's new? *Ann Intensive Care*. 2022;12:46, <http://dx.doi.org/10.1186/s13613-022-01022-8>.
- Stengel D, Ottersbach C, Matthes G, Weigelt M, Grundeit S, Rademacher G, et al. Accuracy of single-pass whole-body computed tomography for detection of injuries in patients with major blunt trauma. *CMAJ*. 2012;184:869–76, <http://dx.doi.org/10.1503/cmaj.111420>.
- Marti De Gracia M, Artigas Martín JM, Vicente Bártulos A, Carreras Aja M. [Radiological management of patients with multiple trauma: history and current practice]. *Radiología*. 2010;52:105–14, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2009.12.003>.
- Long B, April MD, Summers S, Koyfman A. Whole body CT versus selective radiological imaging strategy in trauma: An evidence-based clinical review. *Am J Emerg Med*. 2017;35:1356–62, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2017.03.048>.
- Loftus TJ, Croft CA, Rosenthal MD, Moh AM, Efron PA, Moore FA, et al. Clinical impact of a dedicated trauma hybrid operating room. *J Am Coll Surg*. 2021;232:560–70, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2020.11.008>.
- 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, <http://dx.doi.org/10.1007/s00268-018-4818-0>.
- 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 (London, England)*. 2016;388:673–83, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30932-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30932-1).

15. Wirth S, Hebebrand J, Basilico R, Berger FH, Blanco A, Calli C, et al. European Society of Emergency Radiology: Guideline on radiological polytrauma imaging and service (short version). *Insights Imaging*. 2020;11:135, <http://dx.doi.org/10.1186/s13244-020-00947-7>.
16. Loggers SAI, Koedam TWA, Giannakopoulos GF, Vandewalle E, Erwteman M, Zuidema WP. Definition of hemodynamic stability in blunt trauma patients: A systematic review and assessment amongst Dutch trauma team members. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017;43:823-33, <http://dx.doi.org/10.1007/s00068-016-0744-8>.
17. Castellini G, Gianola S, Biffi A, Porcu G, Fabbri A, Ruggieri MP, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in patients with major trauma and uncontrolled haemorrhagic shock: A systematic review with meta-analysis. *World J Emerg Surg*. 2021;16:41, <http://dx.doi.org/10.1186/s13017-021-00386-9>.
18. Tran TLN, Brasel KJ, Karmy-Jones R, Rowell S, Schreiber MA, Shatz DV, et al. Western Trauma Association Critical Decisions in Trauma: Management of pelvic fracture with hemodynamic instability-2016 updates. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016;81:1171-4, <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001230>.
19. Brink M, de Lange F, Oostveen LJ, Dekker HM, Kool DR, Deunk J, et al. Arm raising at exposure-controlled multidetector trauma CT of thoracoabdominal region: higher image quality, lower radiation dose. *Radiology*. 2008;249:661-70, <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2492080169>.
20. Clarke JR, Trooskin SZ, Doshi PJ, Greenwald L, Mode CJ. Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 minutes. *J Trauma*. 2002;52:420-5, <http://dx.doi.org/10.1097/00005373-200203000-00002>.
21. Holcomb JB, Moore EE, Sperry JL, Jansen JO, Schreiber MA, del Junco DJ, et al. Evidence-based and clinically relevant outcomes for hemorrhage control trauma trials. *Ann Surg*. 2021;273:395-401, <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000004563>.
22. Bosnak AR, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Fleiter TR, Miller LA, Sliker CW, et al. Optimizing trauma multidetector CT protocol for blunt splenic injury: need for arterial and portal venous phase scans. *Radiology*. 2013;268:79-88, <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.13121370>.
23. Uyeda JW, LeBedis CA, Penn DR, Soto JA, Anderson SW. Active hemorrhage and vascular injuries in splenic trauma: utility of the arterial phase in multidetector CT. *Radiology*. 2014;270:99-106, <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.13121242>.
24. Jeavons C, Hacking C, Beenen LF, Gunn ML. A review of split-bolo single-pass CT in the assessment of trauma patients. *Emerg Radiol*. 2018;25:367-74, <http://dx.doi.org/10.1007/s10140-018-1591-1>.
25. Ibáñez Sanz L, Martínez Chamorro E, Borruel Nacenta S. El informe estructurado de la TC en el enfermo politraumatizado. *Radiología*. 2022;64:156-68, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2022.02.002>.
26. Nowicki JL, Stew B, Ooi E. Penetrating neck injuries: A guide to evaluation and management. *Ann R Coll Surg Engl*. 2018;100:6-11, <http://dx.doi.org/10.1308/rcsann.2017.0191>.
27. Martin MJ, Brown CVR, Shatz DV, Alam HB, Brasel KJ, Hauser CJ, et al. Evaluation and management of abdominal stab wounds: A Western Trauma Association critical decisions algorithm. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;85:1007-15, <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001930>.
28. Linder F, Mani K, Juhlin C, Eklöf H. Routine whole body CT of high energy trauma patients leads to excessive radiation exposure. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:7, <http://dx.doi.org/10.1186/s13049-016-0199-2>.
29. Iacobellis F, Abu-Omar A, Crivelli P, Galluzzo M, Danzi R, Trinci M, et al. Current standards for and clinical impact of Emergency Radiology in major trauma. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19:539, <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19010539>.
30. Alagic Z, Eriksson A, Drageryd E, Motamed SR, Wick MC. A new low-dose multi-phase trauma CT protocol and its impact on diagnostic assessment and radiation dose in multi-trauma patients. *Emerg Radiol*. 2017;24:509-18, <http://dx.doi.org/10.1007/s10140-017-1496-4>.
31. Choi AY, Bodanapally UK, Shapiro B, Patlas MN, Katz DS. Recent advances in abdominal trauma computed tomography. *Semin Roentgenol*. 2018;53:178-86, <http://dx.doi.org/10.1053/j.ro.2018.02.008>.
32. Pinto F, Miele V, Scaglione M, Pinto A. The use of contrast-enhanced ultrasound in blunt abdominal trauma: Advantages and limitations. *Acta Radiol*. 2014;55:776-84, <http://dx.doi.org/10.1177/0284185113505517>.
33. Miele V, Piccolo CL, Galluzzo M, Ianniello S, Sessa B, Trinci M. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in blunt abdominal trauma. *Br J Radiol*. 2016;89:20150823, <http://dx.doi.org/10.1259/bjr.20150823>.
34. Kumar Y, Hayashi D. Role of magnetic resonance imaging in acute spinal trauma: A pictorial review. *BMC Musculoskeletal Disord*. 2016;17:310, <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-016-1169-6>.
35. Rajput MZ, Mellnick VM. The role of magnetic resonance in evaluating abdominopelvic trauma - Part 1: Pancreatic and hepatobiliary injuries. *Can Assoc Radiol J*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1177/08465371221077650>, 8465371221077650.
36. Rajput MZ, Mellnick VM. The role of magnetic resonance in evaluating abdominopelvic trauma - Part 2: Trauma in pregnancy, vascular, and genitourinary injuries. *Can Assoc Radiol J*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1177/08465371221077650>, 8465371221077654.
37. Ringl H, Lazar M, Töpker M, Woitek R, Prosch H, Asenbaum U, et al. The ribs unfolded —a CT visualization algorithm for fast detection of rib fractures: Effect on sensitivity and specificity in trauma patients. *Eur Radiol*. 2015;25:1865-74, <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-015-3598-2>.