

# Traumatismos torácicos graves. Revisión de 39 casos

E. Carreras González, G. Carreras González y R. Álvarez Pérez

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital de Sant Pau. Universidad Autónoma. Barcelona. España.

## Objetivo

Estudiar la incidencia y las lesiones torácicas en una serie de niños politraumatizados. Comparar la contractilidad cardíaca de los pacientes con troponina T elevada con la de los que tenían un electrocardiograma (ECG) patológico. Analizar el valor de la tomografía computarizada (TC) como primera exploración en los pacientes con sospecha de traumatismo torácico.

## Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo durante cinco años de pacientes con una *injury severity score* igual o superior a 25. Se definieron como traumatismo torácico la contusión pulmonar, el hemoneumotórax, la lesión de grandes vasos, la contusión cardíaca o la fractura costal. Se describieron las lesiones encontradas. En todos se realizó un ECG y una determinación de troponina T. Se practicó un ecocardiograma a los que ésta superaba las 0,035 U/L, excepto en dos por falta de disponibilidad de la técnica, y a los que mostraban un ECG alterado. Se realizó una TC torácica a los pacientes inconscientes o en los que la exploración clínica sugería la existencia de traumatismo torácico, y a todos ellos una radiografía de tórax en las siguientes 24 h.

## Resultados

Se registraron 39 casos de 209 politraumatizados. La lesión más frecuente fue la contusión pulmonar. A 10 pacientes con concentraciones de troponinas elevadas se les practicó un ecocardiograma, y éste fue patológico en 8. Los 6 pacientes con el ECG alterado tenían un aumento de las troponinas y el ecocardiograma patológico. Se practicaron 81 TC torácicas, de las que resultaron patológicas 36. En tres ocasiones se observaron lesiones en la radiografía simple en pacientes en los que no se había valorado la necesidad de realizar una TC.

## Conclusiones

La lesión más frecuente es la contusión pulmonar. En el 80% de los casos en los que se realizó un ecocardiograma a los pacientes con troponinas elevadas, resultó patológi-

co. La TC realizada a los pacientes con sospecha de traumatismo torácico tiene una elevada rentabilidad.

## Palabras clave:

*Traumatismo torácico. Contusión miocárdica. Troponinas. TC torácica.*

## SEVERE THORACIC TRAUMA: REVIEW OF 39 CASES

### Objective

To study the incidence and types of severe thoracic trauma in a cohort of pediatric polytrauma patients, compare cardiac contractility between patients with elevated troponin T levels and those with abnormal electrocardiogram (EKG) findings, and to analyze the value of thoracic computed tomography (CT) scan as a first investigation in patients with suspected thoracic trauma.

### Material and methods

We performed a 5-year retrospective study in a cohort of trauma patients with an injury severity score of  $\geq 25$ . Thoracic trauma included pulmonary contusion, hemopneumothorax, large-vessel injury, myocardial contusion, and rib fracture. In all patients, EKG and determination of troponin T were performed at admission. Echocardiogram was performed in patients with troponin T levels  $> 0.035$  U/L (except in two patients, because the technique was not available) and abnormal EKG findings. A thoracic CT scan was performed in unconscious patients or when thoracic trauma was clinically suspected, as well as a simple thorax X-ray in the following 24 hours.

### Results

Among 209 multiple-trauma patients, thoracic injuries were detected in 39 patients. The most frequent injury was pulmonary contusion. Echocardiogram was performed in 10 patients with high troponin levels, with abnormal findings in eight patients. The six patients with EKG alterations also had high troponin levels and patho-

**Correspondencia:** Dr. E. Carreras González.

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital de Sant Pau.  
Sant Antoni M<sup>a</sup> Claret, 167. 08025 Barcelona. España.  
Correo electrónico: ecarreras@santpau.es

Recibido en enero de 2007.

Aceptado para su publicación en julio de 2007.

**logical findings on echocardiogram. Thoracic CT scan was performed in 81 patients, with abnormal findings in 36 patients. Thoracic lesions were observed in simple X-ray in three patients who had not undergone CT scan.**

### Conclusions

**The most frequent thoracic trauma was pulmonary contusion. The results of echocardiogram were abnormal in 80% of the patients with high troponin levels who underwent this examination. Thoracic CT scan was highly useful in suspected thoracic trauma.**

### Key words:

**Thoracic trauma. Myocardial contusion. Troponin. Thoracic CT scan.**

## INTRODUCCIÓN

Los traumatismos son la principal causa de mortalidad infantil y juvenil en todas las estadísticas publicadas en Estados Unidos y la Unión Europea. Cada año se producen en Norteamérica 14 millones de episodios de traumatismo en niños menores de 15 años, 9 millones de visitas en urgencias y 6.500 muertes<sup>1</sup>. En Europa, el 42% de las muertes infantiles son causadas por accidentes de tráfico, lo que supone unos 8.000 niños al año. Según estadísticas europeas, España se sitúa cinco puntos por encima de la media europea en mortalidad infantil por accidentes de tráfico, con 7,6 niños muertos por cada 100.000 habitantes; se calcula que fallece un menor de 12 años cada 20 h.

Se define como traumatismo torácico las lesiones de pared torácica, pleurales, diafragmáticas, pulmonares o mediastínicas<sup>2</sup>. Si bien su incidencia es relativamente menor que en los adultos (entre el 10 y el 30% del total de traumatismos<sup>3</sup>), los traumatismos torácicos implican una elevada morbimortalidad<sup>4</sup> y son, concretamente, la segunda causa de muerte después del traumatismo craneoencefálico<sup>5</sup>.

Los pacientes politraumatizados son de una elevada complejidad. La reanimación inicial y el tratamiento definitivo requieren un diagnóstico precoz de las lesiones. Las distintas exploraciones complementarias de las que disponemos aportan distintos niveles de sensibilidad y especificidad, y, en el caso de las pruebas de imagen, el tiempo requerido para realizarlas es, asimismo, distinto. Por ello es importante protocolizar las exploraciones que deben realizarse al ingreso con el fin de minimizar el riesgo de que algunas lesiones puedan pasar inadvertidas. Nos planteamos como objetivo ver la incidencia de los traumatismos torácicos en España, comprobar si la elevación de las troponinas y las anomalías en el electrocardiograma (ECG) se corresponden con alteraciones en el ecocardiograma y, finalmente, valorar la rentabilidad diagnóstica de la tomografía computarizada (TC) en los pacientes inconscientes o en los que clínicamente se sospechan lesiones torácicas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo de una serie de 209 niños politraumatizados, con edad igual o inferior a 18 años y un *injury severity score* igual o superior a 25, que ingresó en una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) entre enero de 2000 y diciembre de 2004.

Todos los pacientes fueron sometidos a exploraciones de imagen según el protocolo siguiente: a los pacientes inconscientes o sedados en el momento del ingreso se les practicó una TC helicoidal cráneo-cérvido-toracoabdominal. Los pacientes con un Glasgow inferior a 14 fueron sometidos a una TC craneal. Esta exploración, al igual que los pacientes con un Glasgow de 15, fue complementada con una radiografía simple de cervicales, tórax y pelvis. Si la exploración clínica hacía sospechar una posible afectación torácica o abdominal, se realizó una TC torácica, abdominal o toracoabdominal. A todos ellos se les practicó por igual un ECG y una determinación de troponina T. Se valoró como patológica una cifra de troponina T superior a 0,035 U/l en ausencia de insuficiencia renal y se definieron como patológicos los ECG que mostraban arritmias, exceptuando la taquicardia o bradicardia sinusal, o trastornos en la repolarización. A los que presentaban cifras de troponina T elevadas se les realizó un ecocardiograma, excepto a dos por no disponer de la técnica, así como a todos los que tenían un ECG patológico. Se consideraron como patológicos los ecocardiogramas que mostraban una disminución de la contractilidad cardíaca, pérdida de las estructuras normales o presencia de hemopericardio. Durante las primeras 24 h del ingreso en la UCIP, a todos ellos se les realizó una radiografía simple de tórax como control evolutivo o para comprobar la correcta colocación de tubos endotraqueales o de drenaje torácico. Se definieron como afectados de un traumatismo torácico los pacientes que presentaban una o más de las siguientes lesiones en la radiografía simple de tórax o en la TC torácica realizadas al ingreso: contusión pulmonar, hemoneumotórax, rotura traqueobronquial, lesión de grandes vasos, hemoneumopericardio, fractura costal o esternal y lesión del diafragma. Se incluyeron como traumáticos torácicos los pacientes que sufrieron una contusión miocárdica, y se definieron como tales aquellos que registraban una cifra de troponina T elevada.

Se observaron las lesiones registradas, se analizaron los requerimientos de ventilación mecánica y fármacos vasoactivos, la relación entre la presencia de hemoneumotórax, lesión de los grandes vasos y existencia o no de fracturas costales, las asociaciones con otros traumatismos, la mortalidad y la incidencia del traumatismo torácico como causa directa de la muerte.

Se valoró la utilidad del protocolo de exploraciones por la imagen para diagnosticar el traumatismo torácico, analizando el total de TC torácicas realizadas frente a las TC

patológicas. Se valoró la sensibilidad de la TC frente a la radiografía simple, comparando los hallazgos encontrados en los pacientes en los que se practicaron ambas exploraciones. Por último, se registró cuántos de los ecocardiogramas practicados en los pacientes con alteraciones de las troponinas o del ECG fueron patológicos.

## RESULTADOS

Se registraron 39 traumatismos torácicos en un total de 209 niños politraumatizados graves, 26 varones y 13 hembras, con edades comprendidas entre los 3 meses y los 17 años, siendo la media de 11,1 años. En 36 niños el mecanismo que produjo la lesión fue un accidente de tráfico, y 3 se precipitaron. De los 81 pacientes en los que, según el protocolo, se realizó una TC torácica al ingreso (65 cráneo-cérvido-toracoabdominales, 11 toracoabdominales y 5 torácicas), ésta fue patológica en 36 ocasiones. En los restantes 128, en los que únicamente se les practicó una radiografía simple, se detectaron lesiones torácicas en 3. En la tabla 1 se detallan las lesiones encontradas. Como dato relevante se observa que, de los 14 casos de fractura costal, en 12 se asociaba con hemoneumotórax, 2 de ellos con lesión de los grandes vasos. Al comparar las 36 TC patológicas con la radiografía simple, esta última fue normal en 10 pacientes, y en 14 se observaron lesiones que pasaban inadvertidas en la radiografía simple (tabla 2).

De los 39 traumatismos torácicos, 28 fueron sometidos a ventilación mecánica y 23 precisaron fármacos vasoactivos. También 23 tenían asociado un traumatismo craneoencefálico y 19 uno abdominal (en 10 se asociaban lesiones torácicas, craneoencefálicas y abdominales). Un total de 8 pacientes fallecieron. La causa inmediata de la muerte fue atribuible en 6 casos al traumatismo craneoencefálico; en 1, a un fallo cardiogénico por contusión miocárdica, y el otro falleció en quirófano mientras era sometido a una intervención quirúrgica de disección traumática de la aorta.

De los 209 casos con determinaciones de troponina T y ECG practicados, 12 tenían una troponina T elevada y, de éstos, 6 presentaban un ECG patológico. No se evidenció ningún caso de alteración del ECG con valores de troponina normales. De los 10 pacientes con alteración de las troponinas en los que se efectuó un ecocardiograma, éste fue patológico en 8. Todos los pacientes con alteraciones en el ECG tenían un ecocardiograma anómalo (tabla 3).

## DISCUSIÓN

El traumatismo torácico ocupa el cuarto lugar en orden de frecuencia tras el traumatismo craneoencefálico, el de extremidades y el abdominal. Del total de pacientes con traumatismo grave que ingresaron en nuestra unidad durante el período estudiado, el 18,7% sufría un traumatismo torácico. Como en las demás series publicadas, ob-

TABLA 1. Número y tipo de lesiones registradas

Número de lesiones	Tipo de lesión
34	Contusión pulmonar
18	Hemoneumotórax
14	Fractura costal
12	Contusión miocárdica
3	Lesión de grandes vasos

TABLA 2. Comparación entre las lesiones encontradas en la radiografía de tórax y la tomografía computarizada torácica

Número de casos	Radiografía simple	Tomografía computarizada torácica
7	Hemoneumotórax	Hemoneumotórax + contusión pulmonar
5	Normal	Contusión pulmonar
3	Normal	Contusión pulmonar + hemoneumotórax
2	Hemoneumotórax	Hemoneumotórax + contusión pulmonar + lesión de la aorta
2	Contusión pulmonar unilateral	Contusión pulmonar bilateral
1	Normal	Hemoneumotórax unilateral
1	Normal	Fractura costal
1	Contusión pulmonar	Contusión pulmonar + neumotórax
1	Contusión pulmonar	Contusión pulmonar + fractura costal
1	Hemoneumotórax	Hemoneumotórax + fractura costal + lesión de la aorta

TABLA 3. Correlación entre troponina, electrocardiograma y ecocardiograma

Número de paciente	Troponina	ECG	Ecocardiograma
Paciente 1	Patológica	Normal	No realizado
Paciente 2	Patológica	Normal	No realizado
Paciente 3	Patológica	Normal	Normal
Paciente 4	Patológica	Normal	Normal
Paciente 5	Patológica	Normal	Patológica
Paciente 6	Patológica	Normal	Patológica
Paciente 7	Patológica	Patológico	Patológica
Paciente 8	Patológica	Patológico	Patológica
Paciente 9	Patológica	Patológico	Patológica
Paciente 10	Patológica	Patológico	Patológica
Paciente 11	Patológica	Patológico	Patológica
Paciente 12	Patológica	Patológico	Patológica

ECG: electrocardiograma.

servamos un claro predominio del sexo masculino frente al femenino, concretamente en nuestro caso los varones representan el 66,7% del total<sup>6,7</sup>. El mecanismo de la lesión es, asimismo, coincidente con otros trabajos: en un estudio realizado en la George Washington University School of Medicine, de 104 niños con traumatismo torácico, el 68% se debió a un accidente de tráfico; en nuestra revisión la proporción se elevó hasta el 92,9%<sup>8</sup>.

La energía resultante del impacto en el tórax se transmite con facilidad a las estructuras internas produciendo desgarros alveolares, edema y hemorragia, y da lugar a contusiones pulmonares. Como en otras revisiones, ésta es la lesión más frecuente en nuestra serie y representó el 87,2% de los casos, seguida del hemotórax, 46,1%, y las fracturas costales, con el 35,9%<sup>9,10</sup>. Se observa una relación muy directa entre fractura costal y hemoneumotórax. De los 14 casos, en 12 de ellos se asociaba un hemoneumotórax. Puede concluirse que la presencia de la rotura de costillas debe hacer pensar en una elevada probabilidad de lesiones del espacio pleural. Por otro lado, la elasticidad de la parrilla costal de los niños hace que, al contrario de lo que ocurre en los adultos, se produzcan hemoneumotórax en muchas ocasiones sin fractura costal<sup>9,11</sup>. En nuestra casuística este hecho se registró en el 33% de los casos de hemoneumotórax. En resumen, la presencia de fractura costal tiene un alto valor predictivo de lesión del espacio pleural, pero su ausencia no la descarta.

Únicamente el 17,9% de los traumatismos torácicos fueron puros. Coincidiendo con otros autores, en nuestra serie, la asociación más comúnmente encontrada fue con el traumatismo craneoencefálico en el 59%, seguido del abdominal en el 49% y asociándose ambos en el 25,6%<sup>12</sup>. La presencia de un traumatismo craneoencefálico se mostró como un factor asociado a una elevada mortalidad; en el 75% de los fallecimientos con traumatismo torácico la causa principal de muerte fue el traumatismo craneoencefálico. Contrariamente a lo que registran García et al<sup>13</sup> en un trabajo en el que destacaban una elevada mortalidad del traumatismo torácico con fracturas costales, nosotros sólo lo hemos encontrado en un caso y en él la causa de la muerte fue una rotura de aorta.

En los traumatismos de alta energía, la mortalidad inicial está íntimamente relacionada con el tiempo transcurrido entre el accidente, el diagnóstico de las lesiones y la terapéutica definitiva<sup>14</sup>. Es, pues, muy importante disponer de exploraciones por la imagen lo más completas posible, en un corto espacio de tiempo y movilizándolo lo menos posible al paciente. Numerosos trabajos abogan por la práctica de una TC helicoidal en el momento del ingreso, no sólo por su elevada especificidad en el diagnóstico de lesiones ocultas en la radiología convencional, sino porque también acorta de manera muy significativa el tiempo destinado a exploraciones por la imagen y, por tanto, el tiempo en instaurar el tratamiento defini-

tivo<sup>15-17</sup>. En contrapartida, la radiación de la TC en los niños acarrea un potencial riesgo cancerígeno y existe, por consiguiente, una controversia sobre su uso como primera exploración al ingreso<sup>18,19</sup>. Mientras algunos autores, como Manson et al<sup>20</sup> y más recientemente Durand et al<sup>21</sup>, abogan por la TC como exploración imprescindible en el traumatismo torácico; otros, en cambio, como Renton et al<sup>22</sup> y Fenton et al<sup>23</sup>, a pesar de reconocer la alta sensibilidad del escáner para detectar lesiones torácicas, optan por recomendar como primera exploración la radiografía simple y la TC en segunda línea. Finalmente, con el objetivo de intentar reducir las radiaciones innecesarias, la Academia Americana de Radiología recomienda, desde el año 2003, la elaboración de protocolos hospitalarios que consensúen la indicación de la TC en urgencias<sup>24</sup>. En nuestro centro, la priorización de las exploraciones por la imagen se realiza en función de un doble criterio: el rendimiento que pueda sacarse de la exploración clínica y recabar la máxima información de una sola técnica. Así, en el 31,1% del total de politraumatizados se practicó una TC cráneo-cérvico-toracoabdominal debido a que su nivel de conciencia hacía menos fiable la exploración clínica, y en el 7,6% se realizó una TC torácica o toracoabdominal por sospecha clínica de lesión. Del total de TC torácicas realizadas, el 44,4% fueron patológicas. Por otro lado, si comparamos las lesiones registradas en la TC con la radiografía simple realizada posteriormente a los mismos pacientes, observamos que, en el 27,8% de los casos, éstas pasaban inadvertidas en la radiografía. Podría, pues, decirse que la TC torácica realizada a los pacientes inconscientes o en los que se sospecha lesión torácica por la exploración clínica tiene una alta rentabilidad para detectar lesiones torácicas, si bien el elevado número de lesiones que no se aprecian en la radiografía simple comparada con la TC podría significar que existe un cierto número de pacientes en los que pasó inadvertida una posible patología torácica.

Aunque las lesiones cardíacas y de grandes vasos son menos frecuentes que en los adultos, su existencia debe descartarse lo más precozmente posible. La lesión más común es la contusión miocárdica y su diagnóstico de certeza se realiza mediante la ecocardiografía<sup>25</sup>. Partiendo de diferentes estudios que demuestran que el complejo de las troponinas se encuentra elevado en la contusión miocárdica con un marcado nivel de sensibilidad y especificidad, en nuestro protocolo se incluyó su determinación en el momento del ingreso como marcador de sospecha de lesión cardíaca<sup>26</sup>. La troponina T es una proteína esencial en la transducción de la señal de los canales del calcio en el inicio de la contracción del músculo estriado. El complejo de las troponinas está formado por las isoformas T, I y C, la diferencia entre ellas está en la secuencia de los radicales amino y carboxilo. El miocardio contiene la T y la I, no contenidas en el músculo esquelético<sup>27,28</sup>. Diversos estudios han demostrado que la

troponina T y la troponina I se elevan a las pocas horas y permanecen altas varios días<sup>29,30</sup>. Si bien Green et al<sup>31</sup> demostraron el mismo valor pronóstico de las isoformas T e I, un estudio de Immer et al<sup>32</sup>, en el que se comparaba las troponinas T e I como marcador de daño miocárdico en el niño, mostró que ambas tienen el mismo valor, pero que la isoforma T está elevada también en la insuficiencia renal. En nuestra serie, a los pacientes a los que se les practicó un ecocardiograma tras detectarse una elevación de la troponina T (10 de un total de 12), se comprobó la existencia de lesión miocárdica en el 80%. En cuanto al estudio electrocardiográfico, del total de 209 pacientes, en 6 era patológico, todos ellos con una cifra de troponinas elevada y todos con alteraciones en el ecocardiograma. Cabe resaltar, sin embargo, que en 2 pacientes el ecocardiograma fue patológico aun en presencia de un ECG normal. En esta línea existen algunos estudios, como el de Ilstad et al<sup>33</sup>, que, de una serie de 7 contusiones cardíacas demostradas con disminución significativa de la fracción de eyección, no observan alteraciones electrocardiográficas. Concluyen que, a diferencia del adulto, el ECG tiene menor valor predictivo para detectar disfunciones miocárdicas. Según los resultados encontrados en nuestra revisión, creemos que estaría indicada la realización de un ecocardiograma a todos los pacientes traumáticos con una elevación de las troponinas aunque tengan un ECG normal.

Para concluir, en nuestra serie observamos una alta incidencia de traumatismos torácicos en los niños ingresados como consecuencia de un politraumatismo grave. Se aprecia un elevado índice de asociación con el traumatismo abdominal y craneoencefálico, y este último es un factor predictor de mortalidad. Se observa una buena correlación entre la elevación de la troponina T y un registro patológico del ecocardiograma. La normalidad del ECG no excluye alteraciones significativas en el ecocardiograma. Por lo tanto, creemos que debe practicarse un ecocardiograma a todo paciente que presenta un nivel patológico de troponina T. La TC torácica realizada al ingreso en pacientes en los que se sospechan lesiones torácicas o en los que su nivel de conciencia dificulta una correcta exploración clínica, tiene una elevada rentabilidad para detectar patología torácica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Seguí-Gómez M, Chang DC, Paidas CN, Jurkovich GJ, Rivara FP. Pediatric trauma care: An overview of pediatric trauma systems and their practices in 18 US states. *J Pediatr Surg.* 2003; 38:1162-69.
2. Holmes JF, Sokolove PE, Brant WE, Kuppermann N. A clinical decision rule for identifying children with thoracic injuries after blunt torso trauma. *Ann Emerg Med.* 2002;39:492-9.
3. Trupka A, Nast-Kolb D, Schweiberer L. Thoracic trauma. *Unfallchirurg.* 1998;101:244-58.
4. Bliss D, Silen M. Pediatric thoracic trauma. *Crit Care Med.* 2002;30 Suppl:S409-15.
5. Sartorelli KH, Vane DW. The diagnosis and management of children with blunt injury of the chest. *Semin Pediatr Surg.* 2004;13:98-105.
6. Dandrin-Smith S. The epidemiology of pediatric trauma. *Crit Care Nurs Clin North Am.* 1991;3:387-9.
7. De Tomás E, Navascues JA, Soletto J, Sánchez R, Romero R, García-Casillas MA, et al. Events related with injury severity in pediatric multiple trauma. *Cir Pediatr.* 2004;17:40-4.
8. Peclat MH, Newman KD, Eichelberger MR, Gotschal CS, García VF, Bowman LM. Thoracic trauma in children: An indicator of increased mortality. *J Pediatr Surg.* 1990;25:961-5.
9. Nakayama DK, Ramenofsky ML, Rowe MI. Chest injuries in childhood. *Ann Surg.* 1989;210:770-5.
10. Sartorelli KH, Vane DW. The diagnosis and management of children with blunt injury of the chest. *Semin Pediatr Surg.* 2004;13:98-105.
11. Grant WJ, Meyers RL, Jaffe RC, Johnson DG. Tracheobronchial injuries after blunt chest trauma in children. *J Pediatr Surg.* 1998;33:1707-11.
12. Balci AE, Kazez A, Eren S, Ayan E, Ozalp K, Eren MN. Blunt thoracic trauma in children: Review of 137 cases. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;26:387-92.
13. García VF, Gotschal CS, Eichelberger MR, Bowman LM. Rib fractures in children: A marker of severe trauma. *J Trauma.* 1990;30:695-700.
14. Krotz M, Pfeifer KJ, Reiser M, Linsenmaier U. Radiological intervention in multiply injured patients. *Radiologe.* 2005;45: 1129-45.
15. Sheridan R, Peralta R, Rhea J, Ptak T, Novelline R. Reformatted visceral protocol helical computed tomographic scanning allows conventional radiographs of the thoracic and lumbar spine to be eliminated in the evaluation of blunt trauma patients. *J Trauma.* 2003;55:665-9.
16. Hilbert P, Hoeller J, Wawro W, Zur Nieden K, Ruppman B, Koch R, et al. Emergency room management of multiple injured patients. A multislice computed tomography oriented treatment algorithm. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2005;40:720-5.
17. Self ML, Blake AM, Whitley M, Nadalo L, Dunn E. The benefit of routine thoracic, abdominal, and pelvic computed tomography to evaluate trauma patients with closed head injuries. *Am J Surg.* 2003;186:609-13.
18. Benz MG, Benz MW. Reduction of cancer risk associated with pediatric computed tomography by the development of new technologies. *Pediatrics.* 2004;114:205-9.
19. Brenner D, Elliston C, Hall EJ, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer for pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176:289-96.
20. Manson D, Babyn PS, Palder S, Bergman K. CT of blunt chest trauma in children. *Pediatr Radiol.* 1993;23:1-5.
21. Durand C, Piolat C, Nugues F, Bessaguet S, Álvarez C, Baudain P. Emergency pediatric thoracic radiology. *J Radiol.* 2005;86: 198-206.
22. Renton J, Kincaid S, Ehrlich PF. Should helical CT scanning of the thoracic cavity replace the conventional chest x-ray as a primary assessment tool in pediatric trauma? An efficacy and cost analysis. *J Pediatr Surg.* 2003;38:793-7.
23. Fenton SJ, Hansen KW, Meyers RL, Vargo DJ, White KS, Firth SD, et al. CT scan and the pediatric trauma patient: Are we overdoing it? *J Pediatr Surg.* 2004;39:1877-81.

24. Donnelly LF. Reducing radiation dose associated with pediatric CT by decreasing unnecessary examinations. *AJR Am J Roentgenol.* 2005;184:665-7.
25. Tiao GM, Griffith PM, Szmuszkovicz JR, Mahour GH. Cardiac and great vessel injuries in children after blunt trauma: An institutional review. *J Pediatr Surg.* 2000;35:1656-60.
26. Fulda GJ, Giberson F, Hailstone D, Law A, Stillabower M. An evaluation of serum troponin T and signal-averaged electrocardiography in predicting electrocardiographic abnormalities after blunt chest trauma. *J Trauma.* 1997;43:304-10.
27. Chandra M, Montgomery DE, Kim JJ, Solaro RJ. The N-terminal region of troponin T is essential for the maximal activation of rat cardiac myofilaments. *J Mol Cell Cardiol.* 1999;31:867-80.
28. Chapelle JP. Cardiac troponin I and troponin T: Recent players in the field of myocardial markers. *Clin Chem Lab Med.* 1999;37:11-20.
29. Swaanenburg JC, Klaase JM, DeJongste MJ, Zimmerman KW, ten Duis HJ. Troponin I, troponin T, CKMB-activity and CKMB-mass as markers for the detection of myocardial contusion in patients who experienced blunt trauma. *Clin Chim Acta.* 1998;272:171-81.
30. Mair J, Dienstl F, Puschendorf B. Cardiac troponin T in the diagnosis of myocardial injury. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 1992;29:31-57.
31. Green GB, Li DJ, Bessman ES, Cox JL, Kelen GD, Chan DW. The prognostic significance of troponin I and troponin T. *Acad Emerg Med.* 1998;5:758-67.
32. Immer FF, Stocker F, Seiler AM, Pfammatter JP, Printzen G, Carrel TP. Comparison of troponin-I and troponin-T after pediatric cardiovascular operation. *Ann Thorac Surg.* 1998;66:2073-7.
33. Ildstad ST, Tollerud DJ, Weiss RG, Cox JA, Martin LW. Cardiac contusion in pediatric patients with blunt thoracic trauma. *J Pediatr Surg.* 1990;25:287-94.