

Tomografía computarizada craneal en urgencias: revisión de 2 meses

B. Navarra-Vicente, R. Pérez-Delgado, J. López-Pisón, M. Lafuente-Hidalgo, R. Pinillos Pisón, C. Campos-Calleja¹, M.C. García Jiménez¹, J.L. Peña-Segura
Unidad de Neuropediatría. ¹Unidad de Urgencias Pediátricas. Hospital Infantil Universitario «Miguel Servet». Zaragoza

Resumen

Introducción: Actualmente, la resonancia magnética cerebral ha sustituido en gran parte a la tomografía computarizada (TC) craneal, salvo en emergencias, donde la TC continúa siendo la técnica más utilizada, y de sus hallazgos pueden derivarse consecuencias diagnósticas y terapéuticas.

Material y métodos: Se revisan las TC craneales realizadas en el Servicio de Urgencias de Pediatría del Hospital «Miguel Servet», de Zaragoza, durante un periodo de 2 meses, analizando las indicaciones y el ajuste a nuestros protocolos de actuación en urgencias.

Resultados: En el periodo revisado se atendieron 9.769 pacientes en urgencias; de ellos, 413 presentaron patología susceptible de realizar TC craneal. Se realizaron 27 TC craneales urgentes: 6 traumatismos craneoencefálicos, 5 cefaleas, 5 episodios paroxísticos por sospecha de primer episodio convulsivo, 3 primeras crisis no sintomáticas agudas, 2 estados convulsivos febriles, 2 encefalopatías agudas, 1 antes de punción lumbar, 1 por focalidad neurológica, 1 por hipertensión endocraneal y 1 por sospecha de disfunción valvular. Globalmente, se realizó una TC craneal al 3,4% de los pacientes con traumatismos craneoencefálicos, al 10,3% de los que presentaban cefaleas y al 100% de los que tenían primeros episodios convulsivos no sintomáticos agudos. Cinco (18,5%) de las TC realizadas mostraron una alteración intracraneal: 2 conocidas previamente y 3 de nuevo diagnóstico (11,1%). Todas las TC se ajustaron a nuestros protocolos.

Discusión: Pese a los riesgos potenciales derivados de la radiación, defendemos la realización de TC craneal en los servicios de urgencias pediátricas, optimizando las indicaciones y aplicando las estrategias para reducir al mínimo la radiación. Es importante clarificar la relación real entre la radiación y el riesgo de cáncer, y potenciar nuevas tecnologías que minimicen los riesgos derivados de ésta.

Palabras clave

Radiaciones ionizantes, tomografía computarizada, urgencias neurológicas pediátricas

Abstract

Title: Emergency cranial CAT scan: 2-month review

Introduction: At present, brain Magnetic Resonance Imaging (MRI) have primarily replaced cranial CAT scans, except in emergencies where CAT scans continue to be the most widely used techniques, which by means of their findings allow obtaining diagnostic and therapeutic consequences.

Material and methods: We checked the cranial CAT scans, carried out in the pediatric Emergency Unit of Miguel Servet Hospital in Zaragoza in a period of 2 months, analyzing clinical indications and the adjustment to our performance protocols in the Emergency Department.

Results: During the period reviewed, 9,769 patients were seen in the Emergency Department: 413 of them showed pathology suitable for carrying out a cranial CAT scan. 27 emergency cranial CAT scans were carried out: 6 for traumatic brain injuries, 5 for cephaleas, 5 for paroxysmal episodes with a probable diagnosis of first seizure episode, 3 for acute asymptomatic first attacks, 2 for febrile convulsive status, 2 for acute encephalopathy's, 1 CAT scan previous to a lumbar puncture, 1 for neurological focus, 1 for endocranial hypertension and 1 for a suspicion of valvular dysfunction. Cranial CAT scans were carried out as a whole in 3.4% of traumatic brain injuries, in 10.3% of cephaleas and in 100% of acute asymptomatic first seizure episodes. 5 (18.5%) of the CAT scans carried out showed an intracranial disorder: 2 which were previously known and 3 with a new diagnosis (11.1%). All the CAT scans were adjusted to our protocols.

Discussion: In spite of the potential risks produced by radiation, the performance of cranial CAT scans is supported in pediatric emergency services, while optimizing instructions and applying strategies for minimizing radiation. It is important to clarify the real ratio between radiation and cancer risk and to enhance new technologies capable of minimizing the risks produced by radiation.

Keywords

Ionizing radiation, computerized axial tomography scans, pediatric neurological emergencies

Introducción

La resonancia magnética (RM) cerebral, debido a que en la mayor parte de casos es más informativa y dada la ausencia de radiación¹, ha sustituido en gran parte a la tomografía computarizada (TC). Sus inconvenientes son la necesidad de anestesia en algunos casos (en general, en niños menores de 6 años, y en mayores con déficit cognitivos o trastornos del espectro autista) y su escasa disponibilidad en situaciones de urgencias, donde la TC sigue siendo ampliamente utilizada.

Con frecuencia se afirma que se abusa de la TC craneal en los servicios de urgencias, y se preconiza que debe evitarse, especialmente en niños, por los riesgos de la radiación¹. Por otro lado, la neuroimagen presenta una enorme rentabilidad tanto para establecer diagnósticos como para excluirlas, y los hallazgos de la TC pueden tener consecuencias inmediatas sobre el proceso diagnóstico e implicaciones terapéuticas en ocasiones urgentes, como en algunas hemorragias intracraniales, hidrocefalias, meningitis tuberculosas, abscesos, tumores o síndrome del lactante zarandeado.

En este trabajo se revisan las TC craneales realizadas en el Servicio de Urgencias de Pediatría del Hospital Universitario «Miguel Servet» de Zaragoza (HUMS) durante un periodo de 2 meses (del 15 de enero al 15 de marzo de 2008), analizando sus indicaciones para valorar si se ajustaban a nuestros protocolos.

Material y métodos

Desde el año 2003 contamos en nuestro servicio de pediatría con protocolos de actuación en urgencias, realizados tras una revisión bibliográfica actualizada y a partir de la evidencia científica. Éstos tienen como objetivo disminuir la variabilidad en la asistencia médica y facilitar la toma de decisiones en situaciones de urgencia, mejorando en definitiva la calidad asistencial.

En la actualidad (hasta septiembre de 2008) contamos con 67 protocolos de urgencias, de los que 10 contemplan la realización de TC craneal urgente:

- Cefalea afebril. Primer episodio o episodios previos similares sin neuroimagen realizada, y cualquiera de los siguientes síntomas: cefalea muy intensa, afectación del estado general, meningismo (sospecha de hemorragia cerebral), focalidad neurológica, alteración del nivel de conciencia, papiledema u otra evidencia de hipertensión endocraneal (HTE)^{2,3}.
- Toda primera crisis no sintomática aguda, definida como crisis epiléptica no sintomática de fiebre ni de otro proceso agudo intercurrente que pueda producir crisis, como infección del sistema nervioso central, traumatismo craneoencefálico (TCE), trastorno hidroelectrolítico, hipoglucemia, etc., y en el estado febril de más de 30 minutos de duración⁴.
- TCE con disminución del nivel de conciencia, somnolencia persistente, focalidad neurológica, signos de hundimiento o fractura craneal mayor, fontanela abombada, vómitos persistentes, pérdida de conciencia prolongada, sospecha de pérdida de conciencia o crisis convulsiva como causa del TCE, o

cefalea intensa o persistente. Se contempla valorar cuidadosamente la realización de TC ante traumatismos intensos, en pacientes portadores de válvula de derivación de líquido cefalorraquídeo (LCR) y en niños hemofílicos. Se indica la realización de TC craneal demorada al día siguiente, con estrecho control clínico hasta entonces, en menores de 1 año con clara fractura craneal.

- Ataxia. Si hay focalidad neurológica o signos de HTE, después de un TCE previo o en ataxia de causa no aclarada, tras la investigación inicial previa a la realización de una punción lumbar.
- Encefalopatía aguda de causa no aclarada tras la investigación inicial, o debida a un TCE, existencia de signos de focalidad neurológica o antes de realizar una punción lumbar.
- Síndrome de Guillain Barré, si hay HTE asociada.
- Meningitis complicada, subaguda o crónica, con signos de HTE o encefalopatía aguda, encefalitis, o en pacientes inmunodeprimidos, dado el riesgo de que aparezcan abscesos o parasitosis intracranial.
- Punción lumbar. Tiene las mismas indicaciones que la meningitis.
- Parálisis facial con HTE asociada, bilateral, existencia de otras focalidades neurológicas o afectación de otros pares craneales⁵.
- Tortícolis. Se contempla la realización de TC craneal urgente si hay signos o síntomas de HTE o focalidades neurológicas. Ante tortícolis aislados, que no mejoran tras 5-7 días con un tratamiento adecuado, o ante tortícolis recidivantes que no cambian de lado, se realiza una RM preferente (en tiempo máximo de 2-3 semanas)^{6,7}.

Se han revisado de manera retrospectiva los motivos de consulta de todos los pacientes que acudieron a urgencias del HUMS en el mencionado periodo y en los casos en que se realizó TC craneal. Se analizan los resultados de la TC. No se han incluido entre las TC alteradas las fracturas craneales sin lesión intracranial asociada. La revisión se ha realizado a partir de los informes de urgencias y las historias clínicas de los pacientes a los que se realizó una TC craneal urgente en dicho periodo.

En algunos casos, para facilitar la exposición, hemos identificado a algún paciente con un número.

Asimismo, se ha realizado una revisión bibliográfica, con especial interés en los riesgos derivados de la radiación, en la utilización de TC craneal urgente en otros centros y en las posibles alternativas a esta prueba.

Resultados

Durante los 2 meses revisados se atendieron a 9.769 pacientes en el servicio de urgencias. De ellos, 413 (4,2%) presentaron una patología neurológica potencialmente susceptible de realización de TC craneal. Los motivos de consulta de estos pacientes se reflejan en la tabla 1.

En el periodo analizado se realizaron 27 TC craneales urgentes (el 6,5% de los motivos de consulta susceptibles de realizar TC). Los datos referentes a estos pacientes se muestran en la tabla 2.

TABLA 1

Motivos de consulta en urgencias susceptibles de realizar TC craneal (entre el 15 de enero y el 15 de marzo de 2008) (total: 9.769 niños)

Motivo de consulta	Número	TC realizadas	%
TCE >1 año	140	6	4,3
Cefalea	58	6	10,3
Crisis febril	50	2 ^a	4
TCE <1 año	37	0	0
Síncope	29	0	0
Tortícolis	19	0	0
Crisis no sintomática aguda en un paciente epiléptico	18	0	0
Otros episodios paroxísticos no catalogados de otra manera	16	5	31,3
Primer episodio de crisis no sintomática aguda	3	3	100
Ataxia	2	1	50
Hidrocefalia en un paciente portador de derivación ventriculoperitoneal	1	1	100
Sospecha de hidrocefalia por macrocefalia y signos de hipertensión endocraneal en niño de 1 mes	1	1	100
Encefalopatía aguda	2	2	100
Otros	37 ^b	0	0
Total	413	27	6,5

^aLos dos fueron estados febriles. ^bOtros: presíncope (15), espasmos del llanto (6), episodios de apnea (5), parálisis facial (4), vértigo (4), meningitis (2) y visión borrosa (1). TC: tomografía computerizada; TCE: traumatismo craneoencefálico.

En cuanto a la indicación de la TC craneal, todos los pacientes cumplían criterios de realización según nuestros protocolos de actuación. Los motivos de realización de TC craneal se muestran en la tabla 3.

La TC craneal fue normal en 22 de los pacientes (81,5%) y mostró alteraciones en los otros 5 (18,5%); de ellos, 2 mostraban alteraciones conocidas previamente (una hidrocefalia asociada a un síndrome de Arnold-Chiari y un síndrome de Joubert con encefalopatía aguda en la presentación de una meningitis neumocócica) y 3 (11,1%) presentaban lesiones intracraneales de nuevo diagnóstico: hidrocefalia y agenesia de cuerpo calloso (caso 1), hipodensidades en los ganglios basales en el paciente con meningoencefalitis (caso 2) y áreas hipodensas compatibles con isquemia en un paciente con un primer episodio convulsivo en el contexto de leucemia en tratamiento. No hemos incluido entre las TC alteradas las fracturas craneales sin lesión intracraneal asociada.

En dos casos se realizó posteriormente una RM. En el caso 2 se realizó durante la evolución de su meningoencefalitis, y mostraba una hidrocefalia que no existía en la TC inicial. El

TABLA 2

Datos generales de los pacientes a los que se realizó TC craneal (entre el 15 de enero y el 15 de marzo de 2008) (total: 27 niños)

Edad	
Media	7 años y 11 meses
Intervalo	1 mes a 15 años
Sexo	
Varón	19 (70,4%)
Mujer	8 (29,6%)
Días de demora hasta la realización de la TC	
Día de consulta en urgencias	24 (88,9%)
Día siguiente	3 (11,1%)
Ajuste al protocolo	
Sí	27 (100%)
Resultado de la TC	
Normal	22 (81,5%) ^a
Alterada (nuevo diagnóstico)	3 (11,1%)
Realización de una RM posterior	2 (7,4%)
Ingreso	
Ingreso	22 (81,5%)
Alta directa	5 (18,5%) ^b
Control ambulatorio en la consulta de neuropediatría	13 (48,1%)

^aDos de ellas presentaron fractura craneal sin lesión intracraneal asociada.

^bCuatro siguieron un control posterior en la consulta de neuropediatría y uno en su centro de salud. RM: resonancia magnética; TC: tomografía computerizada.

otro caso era un paciente con TC craneal normal y ataxia persistente, por lo que se sospechó una encefalomielitis aguda diseminada (EMAD) que se confirmó mediante RM.

La mayoría de las TC craneales se realizaron el mismo día de la consulta en urgencias, salvo en 3 casos en los que se solicitó la prueba para el día siguiente: una meningoencefalitis debida a una inestabilidad hemodinámica y una grave encefalopatía aguda inicial (caso 2), un paciente que cayó desde 10 m de altura con puntuación de Glasgow de 15, sin focalidad neurológica, que ingresó por la tarde y se decidió la realización de TC a la mañana siguiente, y un TCE con amnesia y vómitos por persistencia de la clínica.

Tras la realización de la TC craneal, ingresaron 22 pacientes; 5 fueron dados de alta directamente desde el servicio de urgencias, y 4 de ellos seguían controles en la consulta de neuropediatría, que correspondían a cefaleas muy intensas o asociadas a focalidad neurológica transitoria (migrañas con aura) o ataxia durante la fase aguda. En total, 13 de los pacientes a los que se realizó una TC craneal urgente fueron controlados posteriormente en la consulta de neuropediatría: 2 estados febriles, 2 primeros episodios convulsivos, 2 episodios paroxísticos, 1 EMAD, 1 meningoencefalitis y 1 hidrocefalia de nuevo diagnóstico, además de las cefaleas ya comentadas previamente.

TABLA 3

Motivos de realización de TC craneal urgente (entre el 15 de enero y el 15 de marzo de 2008) (total: 27 niños)

	N	TC alterada (%)
TCE <1 año	0	0
TCE >1 año	6 ^a	0
Cefalea	5	0
Episodios paroxísticos con sospecha de un primer episodio convulsivo	5 ^b	0
Primera crisis no sintomática aguda	3	1-33
Estado convulsivo febril	2	0
Encefalopatía aguda	2 ^c	2-100
Previa a la realización de una punción lumbar	1 ^d	0
Focalidad neurológica	1 ^e	0
Hipertensión endocraneal	1 ^f	1-100
Cefalea con sospecha de disfunción valvular	1	1-100

^aTres encefalopatías agudas postraumáticas, dos vómitos y cefalea persistentes, y un caso por la intensidad del TCE. ^bDos casos de síncope convulsivos atípicos, un cuadro de crisis de hipotonía en un lactante, y dos episodios de mirada perdida e hipotonía. ^cUna meningitis con disminución inicial del nivel de conciencia y una meningoencefalitis. ^dUn paciente con ataxia que finalmente fue una encefalomielititis aguda diseminada. ^eEn una cefalea con desviación de la comisura bucal y disartria. ^fClínica sugestiva de hipertensión endocraneal en una hidrocefalia con agenesia de cuerpo calloso de nuevo diagnóstico.

Discusión

Existe una creciente preocupación respecto a las radiaciones ionizantes, especialmente en el paciente pediátrico, y las radiaciones médicas son la principal contribución a las radiaciones ionizantes de carácter artificial⁸. Según el Comité Científico sobre los Efectos de la Radiación Atómica de las Naciones Unidas 2002 (UNSCEAR), se realizan más de 40 millones de estudios radiológicos anuales en España⁹.

En nuestro país, desde el año 2001, en que se incorporó la resolución 97/43 de EURATOM, se precisa justificar el uso de radiaciones ionizantes, de manera que la realización de una determinada prueba proporcione un beneficio suficiente frente a no realizarla o sustituirla por otra técnica¹. Del mismo modo, es necesaria la optimización de la dosis, aplicando niveles de referencia diagnósticos básicos en pediatría, y la limitación de la dosis máxima administrada⁸. El pediatra es el responsable de la prescripción de una determinada prueba y es quien puede influir en su adecuada justificación¹⁰. Estos puntos quedan reflejados en el principio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*, «tan bajo como sea razonablemente posible»)¹¹.

Pero, ¿cómo medir el riesgo de cáncer que supone realizar una TC craneal? Las investigaciones sobre este tema se basan en los supervivientes de la bomba atómica de Hiroshima, estimando que una población de 53.100 personas estuvo expuesta

a dosis equivalentes a las de una TC craneal, y observando un aumento en la incidencia tanto de leucemia como de tumores sólidos¹². También se reflejó que los pacientes de menor edad eran los más sensibles a sufrir cáncer, lo que, sumado a su mayor esperanza de vida, les proporciona más tiempo para expresar el daño producido por la radiación¹³. Extrapolando los resultados de estos estudios, Brenner calculó que el riesgo de cáncer derivado de realizar una TC craneal era algo inferior a 1 por cada 1.000 niños expuestos¹⁴. Sin embargo, algunos artículos posteriores han cuestionado la validez de estas deducciones, dado que se utiliza la dosis absorbida (energía absorbida por unidad de masa) como cálculo de la radiación recibida, y las víctimas de Hiroshima habían sido contaminadas con irradiación interna derivada de la bomba atómica¹⁵.

En la actualidad, la RM cerebral ha sustituido en la mayor parte de situaciones a la TC craneal. Aun así, su escasa disponibilidad en situaciones de emergencia y la necesidad de anestesia en algunos casos hacen que en los servicios de urgencias la TC siga siendo la técnica más utilizada, lo que constituye un elemento de gran utilidad tanto en el diagnóstico como en la exclusión de determinadas patologías. Los hallazgos de la TC pueden tener consecuencias inmediatas tanto diagnósticas como terapéuticas, en ocasiones urgentes, como en algunas hemorragias intracraneales, hidrocefalias, meningitis tuberculosas, abscesos, tumores o síndrome del lactante zarandeado. Sin embargo, con frecuencia se señala que en ocasiones se abusa de su realización. No en vano, la TC constituye la mitad de la dosis colectiva originada por exploraciones radiológicas, y su dosis efectiva (calculada a partir de la suma ponderada de las dosis que reciben los diferentes tejidos) es de 2,3 mSv por cada TC craneal, lo que equivale a 115 en la radiografía de tórax¹⁶. Asimismo, se ha observado un incremento de su uso en los últimos años¹⁷. Como consecuencia de ello, se están realizando avances tecnológicos, como la TC multicorte, que reduce significativamente las dosis de radiación¹⁸, y en un futuro se podrían plantear alternativas al uso de la TC craneal a través de la RM ecoplanar, que requiere tan sólo una fracción de segundo por imagen, con lo que se elimina la necesidad de anestesia y se suprime la exposición a radiaciones en el paciente pediátrico¹⁹⁻²¹.

Tras revisar el uso de TC craneal urgente en otros servicios de pediatría, hemos encontrado una gran variabilidad, según el centro y la patología observada. García Peñas et al. han comunicado la realización de TC craneal en el 22,6% de los niños atendidos en el año 2007 en el Servicio de Urgencias Neurológicas del Hospital del Niño Jesús de Madrid (excluido el TCE y el torticolis), y los motivos de consulta más frecuentes fueron los trastornos paroxísticos epilépticos y no epilépticos, las crisis febriles y la cefalea²². Otro trabajo previo enumera como causas más habituales de realización de TC el TCE, la cefalea y los episodios convulsivos, y refiere un 18,8% de TC craneales alteradas, incluida la fractura sin lesión intracraneal asociada²³.

Nuestro trabajo refleja cifras algo inferiores. Se realizó una TC craneal en un 6,5% de los pacientes atendidos en urgencias neurológicas, y se detectaron alteraciones de nuevo diagnóstico en el 11,1% de las TC realizadas (excluida la fractura craneal aislada).

Analizando el uso de TC según las distintas patologías, las cifras oscilan de forma significativa, variando en el caso de TCE desde un 1,5% en Escocia²⁴ hasta un 62% en Japón²⁵, pasando por un 15% en otros centros^{26,27}, lo que refleja de forma general una tendencia al alza en su uso.

Otros trabajos cifran la utilización de TC craneal en las cefaleas entre un 20 y un 40%^{22,28}, y en un 100% en los primeros episodios convulsivos afebriles²⁹. En nuestro centro, durante el periodo observado, se ha realizado una TC craneal en el 3,4% de los TCE, en el 10,3% de las cefaleas y en el 100% de los primeros episodios convulsivos no sintomáticos agudos.

Como conclusión, y a pesar de sus potenciales efectos negativos, defendemos la utilidad de la TC craneal en situaciones de urgencia, optimizando las indicaciones de su uso y aplicando estrategias para reducir al mínimo la radiación administrada a través de la adopción de protocolos pediátricos. Es importante la clarificación de la relación real entre la radiación y el riesgo de cáncer³⁰, así como la potenciación de nuevas tecnologías que minimicen o eliminen los riesgos derivados de ésta. Creemos necesario realizar estudios más extensos que revisen el uso de la TC craneal en nuestras unidades, con el fin de seguir autoevaluando las prescripciones de dicha prueba y adaptándolas al máximo beneficio para el paciente. ■

Bibliografía

1. Real Decreto 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. BOE n.º 168, de 14 de julio de 2001.
2. Fernández B, Muñoz M, Peña JL, Fernández C, Campos C, López Pisón J. Estrategia diagnóstica-terapéutica de las cefaleas en urgencias. Hospital Infantil Miguel Servet de Zaragoza. Bol Pediatr Arag Rioj Sor. 2004; 34: 69-71.
3. García Oguiza A, Manjón Llorente G, López Pisón J, García Mata JR, García Jiménez MC, Campos Calleja C, et al. Valoración del cumplimiento de los criterios de calidad del protocolo de cefaleas en urgencias. An Esp Pediatr. 2007; 66: 630-631.
4. Manjón Llorente G, Fernández Espuelas C, López Pisón J, García Mata JR, García Jiménez MC, Campos Calleja C, et al. Crisis convulsivas en el servicio de urgencias: valoración de nuestro protocolo. Bol Pediatr Arag Rioj Sor. 2006; 36: 93-100.
5. Sáenz Moreno I, Jiménez Fernández M, López Pisón J, Miralbes Terraza S, García Oguiza A, García Mata JR, et al. Parálisis facial en urgencias de pediatría: actualización de nuestro protocolo y autoevaluación. Rev Neurol. 2007; 45: 205-210.
6. Fernández Espuelas C, Manjón Llorente G, Pinillos Pisón R, García Oguiza A, Peña Segura JL, López Pisón J. Tortícolis paroxístico benigno. Nuestra experiencia de 15 años. Rev Neurol. 2006; 43: 335-340.
7. Loureiro B, Ferrer-Lozano M, Abenia P, Ferraz S, Rebage V, López-Pisón J. Tortícolis como motivo de consulta en neuropediatría. Rev Neurol. 1999; 29: 493-499.
8. Gisone PA, Pérez MR. Protección radiológica del paciente: ¿necesidad de un cambio de paradigma? En: VI Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear. Lima, 9-13 de noviembre de 2003 [citado 17 de julio de 2008]. Disponible en: 200.0.198.11/MenoriaT/MT-03/MT25-03.pdf
9. Simposium internacional sobre protección radiológica del paciente [Internet]. Málaga, 2-4 de octubre de 2006 [citado 17 de julio de 2008]. Disponible en: http://www.sepr.es/html/recursos/convocatorias/PR_Paciente_Malaga_2anuncio.pdf
10. Sociedad Española de Física Médica [Internet]. Manual general de protección radiológica. Madrid, 16 de septiembre de 2002 [citado 17 de julio de 2008]. Disponible en: <http://www.sefm.es/docs/act-sefm/MPRGENERICOMEDIOHOSPITALARIO.pdf>
11. Frush DP, Donnelly LF, Rosen NS. Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. Pediatrics. 2003; 112: 951-957.
12. Pierce DA, Shimizu Y, Preston DL, Vaeth M, Mabuchi K. Studies of the mortality of atomic bomb survivors. Report 12, Part I. Cancer: 1950-1990. Radiat Res. 1996; 146: 1-27.
13. Paterson A, Frush DP. Dose reduction in paediatric MDCT: general principles. Clin Radiol. 2007; 62: 507-517 [Epub 2007 Mar 23].
14. Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. Am J Roentgenol. 2001; 176: 289-296.
15. Busby C, Fucic A. Ionizing radiation and children's health: conclusions. Acta Paediatr Suppl. 2006; 95(453): 81-85.
16. Comisión Europea. Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2001.
17. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography. An increasing source of radiation exposure. N Engl J Med. 2007; 357: 2.277-2.284.
18. Marín C. Protección radiológica: evitar radiaciones innecesarias. Ana Pediatr Cont. 2007; 5: 369-372.
19. Rzedzian R, Chapman B, Mansfield P, Coupland RE, Doyle M, Crispin A, et al. Real-time nuclear magnetic resonance clinical imaging in paediatrics. Lancet. 1983; 2: 1.281-1.282.
20. O'Callaghan C, Chapman B, Coxon R, Howseman A, Jaroszkiwicz G, Stehling M, et al. Evaluation of infants by echo planar imaging after repair of diaphragmatic hernia. Arch Dis Child. 1988; 63: 186-189.
21. Zimmerman RA, Haselgrove JC, Wang Z, Hunter JV, Morriss MC, Hoydu A, et al. Advances in pediatric neuroimaging. Brain Dev. 1998; 20: 275-289.
22. García Peñas JJ, Muñoz Orduña R. El neuropediatra y las urgencias neurológicas pediátricas. Rev Neurol. 2008; 47 Supl 1: 35-43.
23. Gastesi Larrañaga M, Onís González E, Goikoetxea Martín I, Martínez González MJ, Capapé Zache S, Mintegi Rasó S, et al. Rendimiento de la TAC cerebral en urgencias de pediatría. An Esp Pediatr. 2002; 56: 26-30. En: 51 Congreso de la Asociación Española de Pediatría. Bilbao, 16-18 de junio de 2002 [CD-ROM]. Barcelona: Asociación Española de Pediatría, 2002.
24. Macgregor DM, McKie L. CT or not CT, that is the question. Whether is better to evaluate clinically and X ray than to undertake a CT head scan! Emerg Med J. 2005; 22: 541-543.
25. Ghotbi N, Ohtsuru A, Ogawa Y, Morishita M, Norimatsu N, Namba H, et al. Pediatric CT scan usage in Japan: results of a hospital survey. Radiat Med. 2006; 24: 560-567.
26. Klassen TP, Reed MH, Stiell IG, Nijssen-Jordan C, Tenenbein M, Joubert G, et al. Variation in utilization of computed tomography scanning for the investigation of minor head trauma in children: a Canadian experience. Acad Emerg Med. 2000; 7: 739-744.
27. Murgio A, Patrick PD, Andrade FA, Boetto S, Leung KM, Muñoz Sánchez MA. International study of emergency department care for pediatric traumatic brain injury and the role of CT scanning. Childs Nerv Syst. 2001; 17: 257-262.
28. Kan L, Nagelberg J, Maytal J. Headaches in a pediatric emergency department: etiology, imaging, and treatment. Headache. 2000; 40: 25-29.
29. Maytal J, Krauss JM, Novak G, Nagelberg J, Patel M. The role of brain computed tomography in evaluating children with new onset of seizures in the emergency department. Epilepsia. 2000; 41: 950-954.
30. Radiation and Paediatric Computed Tomography. A guide for Health Care Providers. Maryland: National Cancer Institute, 2002.