

# Niños portadores de una válvula de derivación de líquido cefalorraquídeo: motivos de consulta, diagnósticos y consumo de recursos en el servicio de urgencias\*

D. Muñoz-Santanach, V. Trenchs Sainz de la Maza, A. Aparicio Coll, C. Luaces Cubells  
 Servicio de Urgencias. Hospital Universitari Sant Joan de Déu. Universitat de Barcelona. Esplugues de Llobregat (Barcelona)

## Resumen

**Objetivos:** Determinar los motivos de consulta en el servicio de urgencias de los niños portadores de válvula de derivación de líquido cefalorraquídeo (VDL), así como sus diagnósticos al alta, y comparar el consumo de recursos que generan con el de la población general.

**Métodos:** Se revisan los datos referentes a la sintomatología, la actuación y el diagnóstico definitivo de todas las consultas realizadas en el servicio de urgencias por parte de los niños portadores de VDL, desde el 1 de abril de 2010 al 31 de marzo de 2011 (grupo 1). Se seleccionan todas las consultas generadas en el mismo año de un grupo de pacientes no portadores de VDL inmediatamente antes de las consultas de los portadores de VDL (grupo 2). El coste económico se valora mediante el número de consultas y las exploraciones complementarias.

**Resultados:** Se incluyen 250 consultas de portadores de VDL, que corresponden a 99 pacientes (grupo 1). Los motivos de consulta más frecuentes son los vómitos, la fiebre y la cefalea, y los diagnósticos la infección respiratoria (22,6%) y la disfunción valvular (14%). El grupo 2 queda constituido por 250 niños, que realizan 549 consultas. Los pacientes del grupo 1 reciben más exploraciones complementarias por consulta que el grupo 2 (el 48 frente al 25%;  $p < 0,001$ ), y el coste económico que generan también es mayor (mediana de 77,9 frente a 70 €/consulta;  $p < 0,001$ ); este aumento está relacionado con las consultas por sintomatología potencialmente asociada a disfunción valvular.

**Conclusiones:** Los niños portadores de VDL consultan a menudo por una sintomatología potencialmente asociada a disfunción valvular, pero ésta no se confirma en muchas ocasiones. El gasto sanitario que generan es superior al del resto de usuarios de urgencias, debido principalmente a las pruebas realizadas para descartar una disfunción valvular. Dada su baja frecuencia, es necesario desarrollar escalas clínicas que mejoren la selección de los pacientes a quienes deben realizarse estas pruebas.

©2014 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

## Palabras clave

Válvula de derivación de líquido cefalorraquídeo, válvula ventriculoperitoneal, servicio de urgencias, gasto económico

## Abstract

**Title:** Children with cerebrospinal fluid shunts: signs and symptoms, final diagnoses and use of health resources in the emergency department

**Objective:** 1) To determine the reasons for consultation of children with cerebrospinal fluid shunts (CFS) to the emergency department (ED) and their final diagnoses. 2) To compare their use of health resources with that of general population.

**Methods:** All children with CFS consulting for any reason to the ED from 1 April 2010 to March 31, 2011 were included (group 1). We recorded epidemiological data, symptoms, complementary examinations performed in the ED and final diagnosis of all patients. A group of children without CFS who had visited the ED immediately before a child with CFS (group 2) were selected. The use of health resources is assessed by the number of ED visits and the number of complementary examinations received by each patient.

**Results:** Group 1 consisted of 99 patients that generated 250 visits to the ED. The most common symptoms were: vomiting, fever and headache and the most common diagnoses were acute respiratory infection (22.6%) and CFS malfunction (14%). Group 2 consisted of 250 patients that generated 549 visits to the ED. Children in group 1 received more complementary examinations per visit than children in group 2 (48 vs 25%;  $p < 0.001$ ). The use of health resources was higher in group 1 than in group 2 (median 77.9 vs 70 €/ED visit;  $p < 0.001$ ). This increase in cost is related to consultation for symptoms potentially linked to CFS malfunction.

**Conclusions:** Children with CFS often consult ED with symptoms associated with CFS malfunction but in most cases malfunction is not confirmed. Children with CFS generate greater use of health resources than general population, primarily due to complementary examinations to rule out CFS malfunction. The high number of patients with no CFS malfunction makes it necessary to develop new clinical scales that improve the selection of children to undergo complementary examinations.

©2014 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved.

## Keywords

Cerebrospinal fluid shunts, ventriculoperitoneal shunt, emergency service, health care economics

Fecha de recepción: 01/10/12. Fecha de aceptación: 17/10/12.

**Correspondencia:** C. Luaces Cubells. Passeig Sant Joan de Déu, 2. 08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona). Correo electrónico: [cluaces@hsjdbcn.org](mailto:cluaces@hsjdbcn.org)

\*Los resultados de este trabajo fueron presentados en la XVI Reunión de la Sociedad Española de Urgencias de Pediatría.

©2014 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados

## Introducción

La mejora de los cuidados de salud y el desarrollo tecnológico han aumentado la esperanza de vida de muchos niños con enfermedades crónicas y, como consecuencia de ello, en los últimos años está aumentando la asistencia de este tipo de pacientes en los servicios de urgencias pediátricas (SUP)<sup>1</sup>.

Los niños con hidrocefalia infantil forman parte del grupo de niños con necesidades especiales y dependientes de tecnología. Se estima que anualmente se colocan unas 18.000 válvulas de derivación de líquido cefalorraquídeo (VDL) en Estados Unidos, y que 1 de cada 500 niños padece hidrocefalia<sup>2</sup>. Entre el 60 y el 80% de estos pacientes sufrirá, como mínimo, una disfunción del sistema valvular en los 10 años siguientes a su colocación<sup>3,4</sup>, alcanzando el 40% durante el primer año<sup>5,6</sup>. Es importante detectar de forma precoz esta complicación asociada a la derivación para disminuir la morbimortalidad asociada a hidrocefalia<sup>7-9</sup>, pero a menudo supone un reto para el pediatra de urgencias. Conocer los motivos de consulta y los diagnósticos definitivos de estos niños debería facilitar el diagnóstico diferencial cuando se presentan en el SUP.

La mayor complejidad de los pacientes portadores de una VDL probablemente cause un mayor requerimiento de exploraciones complementarias. Es necesario conocer el consumo que generan estos pacientes para mejorar el uso racional de unos recursos que son cada vez más limitados.

Los objetivos de este estudio son determinar los motivos de consulta en el SUP y los diagnósticos de los pacientes portadores de una VDL, así como el consumo de recursos que generan, comparado con el de la población general.

## Pacientes y métodos

Estudio observacional y analítico realizado entre el 1 de abril de 2010 y el 31 de marzo de 2011 en un hospital urbano maternoinfantil de tercer nivel, dotado de 264 camas pediátricas, donde se atienden pacientes de 0-18 años de edad. Es centro de referencia de un área de 1.800.000 habitantes y atiende un promedio de 280 visitas diarias.

Mediante la base de datos informatizada del hospital se seleccionan las consultas de los pacientes portadores de VDL (grupo 1) en el SUP durante el periodo de estudio. Por cada una de estas consultas se extrae otra del paciente con ingreso registrado en el SUP inmediatamente anterior (grupo 2). Finalmente, se incluyen todas las consultas que los pacientes del grupo 2 han generado durante el periodo de estudio.

Para cada consulta se recogen los antecedentes patológicos, los datos epidemiológicos y clínicos, las exploraciones complementarias realizadas durante el episodio de urgencias, el diagnóstico definitivo y la necesidad de ingreso hospitalario.

Entre las manifestaciones clínicas potencialmente asociadas a disfunción valvular se consideran las siguientes: presen-

**TABLA 1**

### Coste económico de los recursos empleados en la atención a los pacientes en el servicio de urgencias pediátricas

Recurso	Coste económico (€)
Consulta médica	70
Hemograma	1,38
Bioquímica básica*	14,30
Pruebas de coagulación	8,05
Hemocultivo	6,33
Sedimento de orina	6,33
Urocultivo	6,33
Antígeno de VRS en aspirado nasofaríngeo	9,20
Detección rápida de antígeno de <i>Streptococcus pyogenes</i>	4,60
Radiografía de tórax (posteroanterior)	7,85
Radiografía de abdomen (anteroposterior)	7,85
Radiografía de cráneo (frente o perfil)	7,85
Tomografía craneal (con/sin contraste)	126,50

\* Incluye: glucosa, urea, creatinina, AST, ALT y proteína C reactiva.  
VRS: virus respiratorio sincitial.

cia de ataxia, aumento del perímetro craneal, cefalea, convulsiones, dolor abdominal, somnolencia, signos inflamatorios en el catéter de drenaje, fiebre, irritabilidad, fontanela abombada, rigidez de nuca y focalidad neurológica de reciente aparición<sup>10-15</sup>.

Para determinar el diagnóstico definitivo se realiza un seguimiento de los pacientes a los 7 días de la consulta. Cuando un mismo paciente consulta en varias ocasiones, las consultas generadas durante las 72 horas posteriores a la primera se consideran dentro del mismo diagnóstico. El diagnóstico de disfunción de VDL se define en todos los casos en que se confirma tras la revisión quirúrgica.

El consumo de recursos se determina por la suma del gasto de la consulta al SUP y el de las exploraciones complementarias realizadas durante la misma. El coste de los recursos es el estipulado en el centro de estudio (tabla 1).

Los datos extraídos se almacenan y procesan en una base de datos relacional específica de Microsoft Acces. Se tabulan las variables cuantitativas y categóricas, y posteriormente se analizan los datos con el programa SPSS 19.0. Se muestra la estadística descriptiva mediante medias y medianas en las variables cuantitativas, y porcentajes en las variables categóricas. Se aplican pruebas para el estudio de distribución de datos (Kolmogorov-Smirnov), de comparación de datos cuantitativos (t de Student, U de Mann-Whitney) y cualitativos (prueba de la ji al cuadrado, tabla de contingencia, test exacto de Fisher). Unos valores de  $p < 0,05$  se consideran significativos.

**TABLA 2** Motivos de consulta de los niños portadores de una derivación de líquido cefalorraquídeo en las 250 consultas al servicio de urgencias

Motivo de consulta	n	%
Vómitos	63	27,9
Fiebre	62	27,4
Cefalea*	54	30,2
Tos o mucosidad	40	17,7
Convulsión	25	11,1
Somnolencia	19	8,4
Lesiones en la piel	18	8
Irritabilidad	17	7,5
Dolor abdominal*	15	8,4
Dificultad respiratoria	12	5,3
Síntomas urinarios	11	4,9
Eritema o tumefacción o secreción del catéter de drenaje	8	3,5
Diarrea	8	3,5
Recambio de sonda nasogástrica	8	3,5
Vértigo	8	3,5
Decaimiento	5	2,2
Síntomas oftalmológicos	5	2,2
Dolor en el catéter	4	1,8
Traumatismo craneoencefálico	4	1,8
Cambio de conducta	4	1,8
Otros síntomas asociados a disfunción valvular**	4	1,8
Náuseas	3	1,3

\*Se valora sólo en mayores de 2 años. \*\*Incluye: ataxia, paresia de pares craneales, aumento del perímetro craneal, fontanela abombada y paresia de pares craneales.

**TABLA 3** Diagnósticos definitivos de los episodios de urgencia de los niños portadores de una derivación de líquido cefalorraquídeo (n= 226)

Diagnóstico	n	%
Infección respiratoria*	51	22,6
Disfunción valvular	32	14,1
Cefalea inespecífica	21	9,3
Lesiones en la piel	17	7,5
Patología urinaria	16	7,1
Descompensación o inicio de epilepsia	14	6,2
Gastroenteritis aguda	12	5,3
Vómitos aislados	11	4,9
Recambio de sonda nasogástrica	8	3,5
Dolor abdominal inespecífico	6	2,7
Síndrome febril sin foco	5	2,2
Traumatismo craneoencefálico	5	2,2
Inicio de hidrocefalia	4	1,8
Irritabilidad	4	1,8
Progresión de tumor cerebral	4	1,8
Síntomas neurológicos no asociados a disfunción valvular**	3	1,3
Convulsión febril	3	1,3
Trombosis venosa profunda	3	1,3
Otros***	7	3,1

\*Incluye: infección de vías respiratorias altas, bronquitis, laringitis, neumonía, faringoamigdalitis, otitis y bronquiolitis. \*\*Incluye: 2 casos de vértigo y 1 caso de oftalmoparesia. \*\*\*Incluye: 2 casos de conjuntivitis, dolor torácico, dolor dental, ansiedad, hernia inguinal e hidrocele.

## Resultados

En el periodo de estudio se realizaron 96.642 consultas al SUP; de éstas, 250 fueron de portadores de una VDL (prevalencia del 0,26%; intervalo de confianza [IC] 0,23-0,29), que corresponden a 99 pacientes (grupo 1). En 164 (72,6%) de las consultas el paciente presentaba algún signo o síntoma potencialmente asociado a disfunción valvular. En la tabla 2 se muestran los motivos de consulta de los niños del grupo 1, y en la tabla 3 sus diagnósticos definitivos. El grupo 2 quedó constituido por 250 niños, que generaron 549 consultas al SUP. En la tabla 4 se muestran los diagnósticos de los niños del grupo 2 tras eliminar las 51 reconsultas (9,6%).

Al comparar el grupo 1 con el grupo 2 no se observaron diferencias respecto al sexo (un 39,4% eran varones y un 46,4% mujeres;  $p=0,235$ ) ni al número de consultas realizadas por paciente (mediana de 2 frente a 2;  $p=0,184$ ). La mediana de

edad del grupo 1 fue superior a la del grupo 2 (7,3 frente a 2,2;  $p<0,001$ ). Se realizaron más exploraciones complementarias por consulta en los pacientes del grupo 1 que en los del grupo 2 (el 48 frente al 25;  $p<0,001$ ); en la tabla 5 se detallan las diferentes exploraciones complementarias realizadas. La proporción de consultas que acabaron en ingreso fue mayor en el grupo 1 que en el grupo 2 (el 31,4 frente al 6,2%;  $p<0,05$ ).

El coste económico generado por las consultas del grupo 1 fue superior al del grupo 2 (mediana de 77,9 frente a 70 €/consulta;  $p<0,001$ ), tal como se refleja en la figura 1. Dentro del grupo 1, los pacientes que presentaron manifestaciones potencialmente asociadas a disfunción valvular generaron un coste económico superior a los que no las presentaron (mediana de 83 frente a 70 €/consulta;  $p<0,05$ ), y el coste que generaron estos últimos no mostró diferencias significativas con el generado por el grupo 2 (mediana de 70 €/consulta en ambos grupos;  $p=0,485$ ).

TABLA 4

**Diagnósticos definitivos de los episodios de urgencia de los controles (n= 498)**

Diagnóstico	n	%
Infección respiratoria*	251	50,4
Gastroenteritis aguda	48	9,6
Lesiones en la piel	41	8,2
Síndrome febril sin foco	34	7
Dolor abdominal inespecífico	17	3,4
Vómitos aislados	14	2,8
Patología otorrinolaringológica diferente a otitis media aguda	11	2,2
Estreñimiento	11	2,2
Patología urinaria	11	2,2
Cefalea inespecífica	9	1,8
Patología ocular	8	1,6
Patología del sistema nervioso central	8	1,6
Convulsión febril	4	0,8
Irritabilidad	4	0,8
Consulta inespecífica	17	3,4
Otros**	10	2

\*Incluye: infección de vías respiratorias altas, bronquitis, laringitis, neumonía, faringoamigdalitis, otitis y bronquiolitis. \*\*Incluye: 2 casos de vulvovaginitis, 2 casos de parotiditis y 1 caso de dolor torácico, apendicitis, mastitis, cardiopatía congénita e intoxicación.

## Discusión

Los resultados del presente trabajo muestran que los principales motivos de consulta de los niños portadores de una VDL son síntomas o signos potencialmente asociados a disfunción valvular, a pesar de que ésta se confirma en una baja proporción de los casos. Seguramente la sospecha de disfunción valvular explicaría el gasto superior que generan estos pacientes, aunque el número de consultas generadas es similar al del resto de pacientes del SUP.

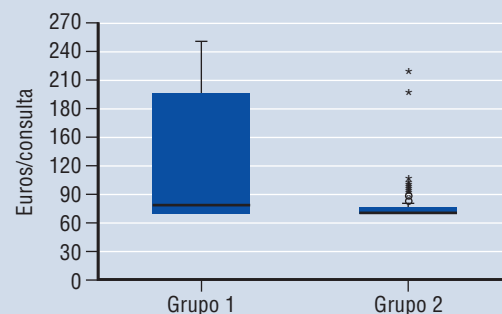
En concreto, en la serie descrita, los principales motivos de consulta de los pacientes portadores de una VDL son los vómitos, la fiebre y la cefalea. Los vómitos y la cefalea se asocian al síndrome de hipertensión endocraneal, pero a su vez son manifestaciones clínicas muy inespecíficas y, como ocurre con la fiebre, aparecen en toda la edad pediátrica. En cambio, otros síntomas que sí han demostrado claramente su asociación a la disfunción valvular<sup>10-15</sup>, como la somnolencia o la irritabilidad, son menos frecuentes, y están presentes en menos de una décima parte de los pacientes. Ninguno de estos síntomas por sí solo ha demostrado tener una sensibilidad y una especificidad suficientes para el diagnóstico de disfunción valvular, lo que conlleva que ante la más mínima sospecha se realicen pruebas complementarias para descartarla. En este estudio se constata que a los niños portadores de una VDL se les realizan más to-

TABLA 5

**Exploraciones complementarias realizadas por número de consultas en ambos grupos**

Exploración complementaria	Grupo 1 (n= 250)	Grupo 2 (n= 549)	p
Hemograma	71 (28,4%)	36 (6,6%)	<0,05
Bioquímica básica	69 (27,6%)	34 (6,2%)	<0,05
Pruebas de coagulación*	47 (18,8%)	8 (1,5%)	<0,05
Hemocultivo	25 (10%)	21 (3,8%)	<0,05
Sedimento de orina	33 (13,2%)	54 (9,8%)	NS
Urocultivo	29 (11,6%)	42 (7,7%)	0,05
Antígeno de VRS en aspirado nasofaríngeo	4 (1,6%)	5 (0,9%)	NS
Detección rápida de antígeno de <i>S. pyogenes</i>	2 (0,8%)	14 (2,6%)	NS
Radiografía de tórax	59 (23,6%)**	59 (10,7%)	<0,05
Radiografía de abdomen	47 (18,8%)**	1 (0,2%)	<0,05
Radiografía de cráneo	49 (19,6%)**	0 (0%)	<0,05
Tomografía craneal (con/sin contraste)	71 (28,4%)	2 (0,4%)	<0,05

\*Incluye: glucosa, urea, creatinina, AST, ALT y proteína C reactiva.  
\*\*En 47 casos incluidos en un trayecto valvular. NS: no significativo; VRS: virus respiratorio sincitial.



**Figura 1.** Coste económico generado por las consultas de cada grupo

mografías craneales y radiografías de tórax, abdomen y cráneo. La tomografía craneal es la técnica que habitualmente permite diagnosticar una disfunción valvular, aunque a veces puede resultar normal (sensibilidad del 60-80% y especificidad del 80-90%)<sup>16-19</sup>. A su vez, el trayecto valvular (constituido por la radiografía de tórax, abdomen y cráneo) ha demostrado su utilidad en el diagnóstico de la desconexión valvular, pero ésta es limitada en el resto de complicaciones valvulares<sup>17,20</sup>. Disponer de una escala clínica que seleccionara a los pacientes con mayor riesgo de sufrir una disfunción valvular permitiría mejorar la indicación de estas pruebas de imagen, reduciendo el gasto que generan y también la irradiación que reciben los niños portadores de una VDL que, como se ha descrito en la

bibliografía<sup>21-24</sup>, se asocia a un aumento del riesgo de neoplasias del sistema nervioso central.

Este estudio se ha centrado en el gasto sanitario de los pacientes durante su atención en el SUP, si bien el de los niños portadores de una VDL probablemente sea mayor ya que, *a priori*, ingresan más a menudo en el hospital, sus ingresos son más prolongados y reciben más exploraciones complementarias y tratamientos durante el ingreso que la población general. Otra limitación del presente trabajo es que probablemente una parte del gasto económico de los niños portadores de una VDL no se explique por ésta, sino por la comorbilidad asociada (retraso psicomotor, neoplasias...), que es mayor en este grupo de pacientes.

## Conclusiones

Dada la clínica inespecífica que a menudo presentan los niños portadores de una VDL cuando consultan en el SUP, es importante mejorar la selección de los que presentan un mayor riesgo de padecer una disfunción valvular para disminuir el gasto económico que generan. ■■■

## Bibliografía

- Berman S, Rannie M, Moore L, Elias E, Dryer LJ, Jones MD Jr. Utilization and costs for children who have special health care needs and are enrolled in a hospital-based comprehensive primary care clinic. *Pediatrics*. 2005; 115: e637-e642.
- Bondurant CP, Jiménez DF. Epidemiology of cerebrospinal fluid shunting. *Pediatr Neurosurg*. 1995; 23: 254-258.
- Sainte-Rose C, Piatt JH, Renier D, Pierre-Kahn A, Hirsch JF, Hoffman HJ, et al. Mechanical complications in shunts. *Pediatr Neurosurg*. 1991-1992; 17: 2-9.
- Madikians A, Conway EE Jr. Cerebrospinal fluid shunt problems in pediatric patients. *Pediatr Ann*. 1997; 26: 613-620.
- McGirt MJ, Leveque JC, Wellons JC 3rd, Villavicencio AT, Hopkins JS, Fuchs HE, et al. Cerebrospinal fluid shunt survival and etiology of failures: a seven-year institutional experience. *Pediatr Neurosurg*. 2002; 36: 248-255.
- Topczewska-Lach E, Lenkiewicz T, Olański W, Zaborska A. Quality of life and psychomotor development after surgical treatment of hydrocephalus. *Eur J Pediatr Surg*. 2005; 15: 2-5.
- Tuli S, Tuli J, Drake J, Spears J. Predictors of death in paediatric patients requiring cerebrospinal fluid shunts. *J Neurosurg*. 2004; 100: 442-446.
- Heinsbergen I, Rotteveel J, Roeleveld N, Grotenhuis A. Outcome in shunted hydrocephalic children. *Eur J Paediatr Neurol*. 2002; 6: 99-107.
- Casey AT, Kimmings EJ, Kleinlugtebeld AD, Taylor WA, Harkness WF, Hayward RD. The long-term outlook for hydrocephalus in childhood. A ten-year cohort study of 155 patients. *Pediatr Neurosurg*. 1997; 27: 63-70.
- Muñoz-Santanach D, Trenchs-Sainz de la Maza V, Curcoy-Barcenilla AI, Navarro R, Luaces-Cubells C, Pou-Fernández J. Diagnóstico de disfunción valvular en la edad pediátrica: valor predictivo de los síntomas y signos clínicos. *Rev Neurol*. 2009; 49: 467-471.
- Kim TY, Stewart G, Voth M, Moynihan JA, Brown L. Signs and symptoms of cerebrospinal fluid shunt malfunction in the paediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care*. 2006; 22: 28-34.
- Piatt JH Jr, Garton HJ. Clinical diagnosis of ventriculoperitoneal shunt failure among children with hydrocephalus. *Pediatr Emerg Care*. 2008; 4: 201-210.
- Garton HJ, Kestle JR, Drake JM. Predicting shunt failure on the basis of clinical symptoms and signs in children. *J Neurosurg*. 2001; 94: 202-210.
- Barnes NP, Jones SJ, Hayward RD, Harkness WJ, Thompson D. Ventriculoperitoneal shunt block: what are the best predictive clinical indicators? *Arch Dis Child*. 2002; 87: 198-201.
- Lee TT, Uribe J, Ragheb J, Morrison G, Jagid JR. Unique clinical presentation of pediatric shunt malfunction. *Pediatr Neurosurg*. 1999; 30: 122-126.
- Mater A, Shroff M, Al-Farsi S, Drake J, Goldman RD. Test characteristics of neuroimaging in the emergency department evaluation of children for cerebrospinal fluid shunt malfunction. *CJEM*. 2008; 10: 131-135.
- Blumstein H, Schardt S. Utility of radiography in suspected ventricular shunt malfunction. *J Emerg Med*. 2009; 36: 50-54.
- McNatt SA, Kim A, Hohuan D, Krieger M, McComb JG. Pediatric shunt malfunction without ventricular dilatation. *Pediatr Neurosurg*. 2008; 44: 128-132.
- Zorc JJ, Krugman SD, Ogborn J, Benson J. Radiographic evaluation for suspected cerebrospinal fluid shunt obstruction. *Pediatr Emerg Care*. 2002; 18: 337-340.
- Desai KR, Babb JS, Amodio JB. The utility of the plain radiograph "shunt series" in the evaluation of suspected ventriculoperitoneal shunt failure in pediatric patients. *Pediatr Radiol*. 2007; 37: 452-456.
- Berrington de González A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet*. 2004; 363: 345-351.
- Ron E. Cancer risks from medical radiation. *Health Phys*. 2003; 85: 47-59.
- Khursheed A, Hillier MC, Shrimpton PC, Wall BF. Influence of patient age on normalized effective doses calculated for CT examinations. *Br J Radiol*. 2002; 75: 819-830.
- Smyth MD, Narayan P, Tubbs RS, Leonard JR, Park TS, Loukas M, et al. Cumulative diagnostic radiation exposure in children with ventriculoperitoneal shunts: a review. *Childs Nerv Syst*. 2008; 24: 493-497.

Reproduced with permission of the copyright owner. Further reproduction prohibited without permission.