

Radiología vascular intervencionista: un arma para el tratamiento del niño politraumatizado. Experiencia en un centro de Trauma Pediátrico

E. Bordón Cabrera¹, A. Lain¹, R. Gander¹, M. Pérez Lafuente², I. Díez Miranda², C.G. Fontecha³, L. Seidler⁴, I. Delgado⁵, S. Cañadas Palazón⁶, J. Lloret¹

¹Servicio de Cirugía Pediátrica, ²Servicio de Radiología Intervencionista, ³Servicio de Traumatología y Ortopedia Pediátrica, ⁴Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos, ⁵Servicio de Radiología Pediátrica, ⁶Servicio de Urgencias Pediátricas. Programa de Trauma Pediátrico. Hospital Universitario Vall d'Hebrón. Barcelona.

RESUMEN

Introducción. El tratamiento del sangrado activo en niños politraumatizados con labilidad hemodinámica es difícil y generalmente obliga a realizar una cirugía de control de daños. La aplicación de técnicas de Radiología Vascular Intervencionista (RVI) ayuda al diagnóstico y tratamiento definitivo.

Objetivo. Describir nuestra experiencia y valorar la eficacia de la RVI en el tratamiento del paciente traumático pediátrico con signos de sangrado activo.

Material y método. Análisis retrospectivo (2003-2014) de los pacientes politraumatizados tratados mediante RVI en los cuales la AngioTC mostraba fuga de contraste o ausencia de captación.

Resultados. En el periodo de estudio se trataron 16 pacientes, con una media de edad de 13 años (5-17). El mecanismo lesional más frecuente fue el accidente de tráfico. El 93,75% fueron traumatismos cerrados. Los hallazgos de la angioTC inicial fueron 12 sangrados activos, 2 ausencias de flujo arterial. Dos sangrados se produjeron a las 48 horas del trauma. La arteriografía permitió localizar los vasos sangrantes, realizándose embolización selectiva o supraselectiva a nivel renal (7), pélvico (5), hepático (3), esplénico (1) e intercostal (1). Un paciente precisó revascularización renal con endoprótesis. Un paciente requirió nefrectomía urgente tras la angiografía por avulsión arterial completa y en 1 caso se realizó nefrectomía a las 48 horas por fuga de contraste y disrupción de la unión pieloureteral. En un caso se observó rhabdomiólisis como complicación que requirió hemofiltración.

Conclusión. La RVI constituye un procedimiento diagnóstico y terapéutico en el abordaje del paciente pediátrico traumático, con alta efectividad y escasas complicaciones, siendo una herramienta fundamental en un centro de trauma pediátrico.

Correspondencia: Dr. Enrique Bordón Cabrera. Hospital Universitario Vall d'Hebrón Departamento de Cirugía Pediátrica. Paseo de la Vall d'Hebrón, 119-129. 08035 Barcelona
E-mail: enri_bordon@hotmail.com

Comunicación oral presentada en el 54 Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Pediátrica. 2015.

Recibido: Mayo 2015

Aceptado: Octubre 2016

PALABRAS CLAVE: Radiología vascular intervencionista; Politraumatismo pediátrico; Traumatismo abdominal pediátrico.

VASCULAR INTERVENTIONAL RADIOLOGY: A FUNDAMENTAL PROCEDURE FOR THE MANAGEMENT OF PAEDIATRIC TRAUMA

ABSTRACT

Introduction. The management of active bleeding with haemodynamic lability in the paediatric trauma patient is difficult and generally leads to damage control surgery. Vascular Interventional Radiology (VIR) techniques are useful for the diagnosis as for the definitive treatment.

Aim. The aim of our study was to describe our experience and evaluate effectiveness of VIR in the management of the paediatric trauma patient with active bleeding signs.

Methods. Retrospective analysis (2003-2014) of politraumatic patients who showed contrast blush on computed tomography and then treated by VIR techniques.

Results. In the reported study period 16 patients underwent VIR procedures. Medium age was 13 years (5-17). The most frequent lesion mechanism was traffic accident (8 out of 17) and 93,75% were blunt traumas. Findings on initial Computed Tomography were 12 contrast blushes and 2 absences of arterial flow. In 2 cases the contrast blush appeared 48 hours after the accident. Arteriography allowed us to localize the bleeding vessels in all the cases, performing selective or supraseductive renal (7), pelvic (5), hepatic (3), splenic (1) and intercostal (1) embolization. One patient required an endoprosthesis for renal revascularization. Two cases needed additional surgical procedures (2 nephrectomies) because of complete section of the renal artery (1) and disruption of the ureteropelvic junction (1). One case required hemofiltration in relation to rhabdomyolysis.

Conclusion. In our experience VIR is a valuable diagnostic and therapeutic procedure for the management of paediatric trauma patients, with high effectiveness and a low complication rate.

KEY WORDS: Radiology Vascular Interventional; Multiple trauma paediatric; Paediatrics abdominal injuries.

INTRODUCCIÓN

El trauma es la principal causa de mortalidad infantil en niños mayores de un año en países desarrollados, además es la principal causa de morbilidad física y psicológica⁽¹⁾. Las lesiones más frecuentes son el traumatismo craneoencefálico seguido por el traumatismo abdominal cerrado en el contexto o no de un politraumatismo. La mortalidad oscila entre un 3% y un 27% dependiendo de diferentes circunstancias (disponibilidad y calidad de atención prehospitalaria, equipos de reanimación pediátrica, centros locales de trauma pediátrico), factores estos que pueden afectar a la morbimortalidad⁽¹⁻³⁾.

Desde que en 1968 Upadhyaya y Simpson pusieron en duda la esplenectomía en el traumatismo esplénico pediátrico⁽⁴⁾, se fueron estableciendo directrices para el manejo conservador del traumatismo de órganos sólidos en niños. En el año 2000 la Asociación Americana de Cirugía Pediátrica establece unas guías de tratamiento conservador del trauma esplénico⁽⁵⁾, extendiéndose posteriormente a lesiones hepáticas y renales. Fueron Stylianos y cols. quienes propusieron esta primera guía de tratamiento conservador basada en la evidencia científica que resulta en una utilización óptima de recursos aumentando al máximo la seguridad del paciente⁽⁵⁾ y además proponiendo una estandarización en las guías⁽⁶⁾. Paralelamente a este cambio de paradigma en el tratamiento de los niños con traumatismo abdominal cerrado y lesiones de órganos sólidos, la embolización es cada vez más utilizada como complemento en el manejo no quirúrgico del paciente pediátrico⁽⁷⁾. No existe consenso en la literatura sobre la selección adecuada de los pacientes y las indicaciones de embolización cuando existe extravasación de contraste en la angio TC^(7,8).

Actualmente la embolización es un elemento fundamental para el tratamiento del sangrado activo en niños politraumatizados con labilidad hemodinámica, representando una alternativa segura y eficaz en la resolución del sangrado. Gracias a la evolución y desarrollo de los materiales utilizados en RVI como micro catéteres, micro guías, microcoils, stents y partículas o materiales líquidos embolizantes, se ha ampliado la utilidad de los tratamientos percutáneos, siendo posible controlar hemorragias de vasos de pequeño calibre y muy distales, lo que reduce significativamente el riesgo de complicaciones, fundamentalmente isquémicas⁽⁹⁾.

Parece claro que esta herramienta debería incluirse en el algoritmo de tratamiento del paciente pediátrico politraumatizado con sangrado activo como complemento al tratamiento operativo no quirúrgico⁽⁷⁾, como también lo propusieron G. Guillén y cols., estableciendo un protocolo diagnóstico-terapéutico en el que se incluye la RVI, pudiéndose evitar inicialmente la cirugía y las complicaciones inherentes a la misma⁽¹⁰⁾.

OBJETIVOS

Describir nuestra experiencia en un centro de Trauma Pediátrico y valorar la eficacia de la RVI en el tratamiento del

paciente traumático pediátrico con signos de sangrado activo y labilidad hemodinámica.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un análisis retrospectivo de los últimos 12 años (2003-2014) de la historia clínica de politraumatizados sometidos a RVI en los cuales la angioTC mostraba fuga de contraste o ausencia de captación del mismo.

Mediante una hoja de recogida de datos se ha obtenido información a través de la Unidad de Documentación Clínica del Hospital Universitario Vall d'Hebron y el registro de Trauma pediátrico de dicho centro; analizando datos referentes a la causa del traumatismo, el mecanismo de lesión, signos clínicos presentes, estado hemodinámico, diagnóstico radiológico, tratamiento, complicaciones y evolución del paciente. Los pacientes pediátricos con politraumatismos en los cuales realizamos arteriografía son aquellos en los cuales se aprecia fuga de contraste o ausencia de captación del mismo en la angio TC inicial, sumado a una inestabilidad hemodinámica, cuya causa es un sangrado arterial activo.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio fueron admitidos en nuestro centro 602 pacientes politraumáticos pediátricos, en 16 (2,6%) de ellos se han realizado procedimientos mediante RVI.

La edad media de los pacientes fue de 13 años (DE: 5-17), 13 pacientes fueron del sexo masculino y 3 del sexo femenino. El 93,7% correspondían a traumatismos cerrados. El mecanismo lesional más frecuente fue el accidente de tráfico en 9 casos (56%), precipitación de altura en 3 (18%) y traumatismo directo en 3 (18%) (2 por manillar de bicicleta y 1 por impacto directo con una patada de animal). Un paciente presentó un traumatismo abierto por herida de arma blanca (6,2%) a nivel abdominal.

Todos los pacientes fueron valorados inicialmente en urgencias por un equipo multidisciplinario aplicando el protocolo establecido de atención al niño poli traumatizado de nuestro centro. A pesar de la labilidad hemodinámica en todos los pacientes fue posible el traslado para la realización de la angio TC pudiéndose evitar en un primer momento la cirugía de control de daños.

En la angio TC inicial 12 (75%) pacientes presentaban sangrado activo arterial con extravasación de contraste, en 2 pacientes (12,5%) se apreciaba ausencia de flujo arterial renal y en 2 pacientes (12,5%) únicamente se observaron lesiones de órganos sólidos intraabdominales sin clara extravasación de contraste. En estos 2 últimos pacientes se produjeron sangrados posteriores a las 48 horas del trauma, diagnosticados mediante una nueva angio TC indicada por empeoramiento hemodinámico; un paciente con sangrado a nivel pélvico y uno con sangrado a nivel renal.

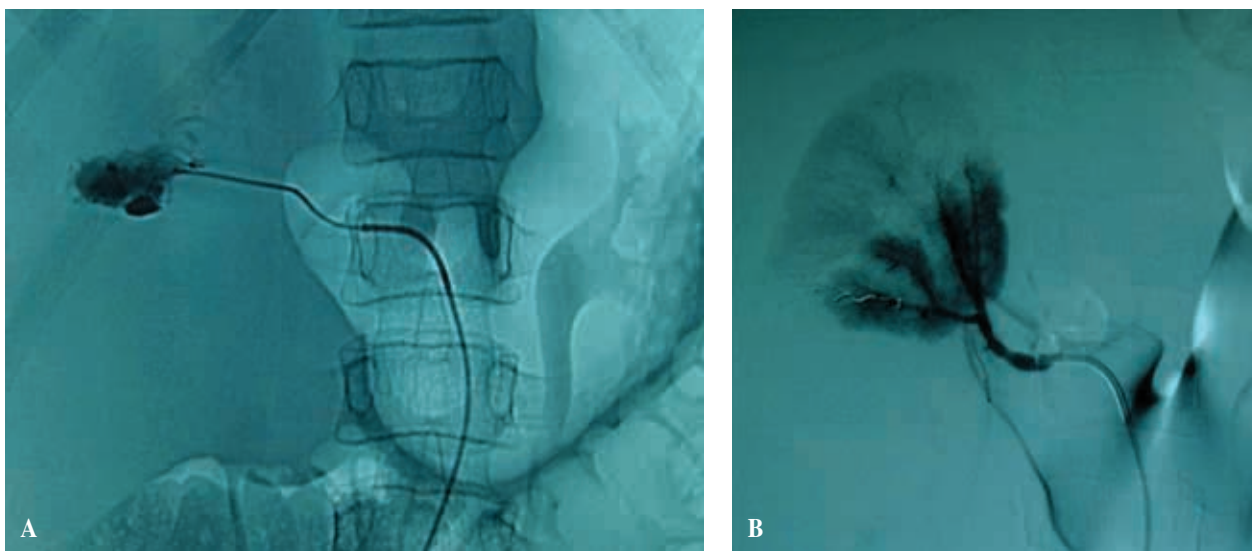


Figura 1. A) Extravasación de contraste a nivel renal. B) Posterior a la embolización.

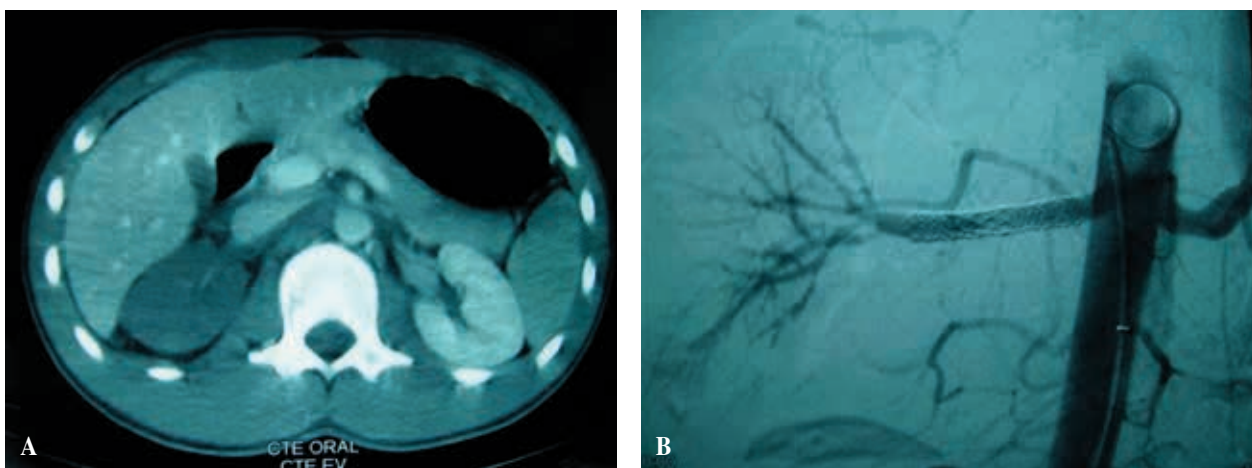


Figura 2. A) Ausencia de flujo de la arteria renal derecha. B) Colocación de endoprotesis y posterior revascularización renal.

En el transcurso de las primeras 3 horas posteriores al ingreso en el hospital se realizó la arteriografía con embolización en 14 pacientes; el 64% (9 casos) presentaba inestabilidad hemodinámica, requiriendo transfusiones de derivados sanguíneos (\geq a 30 ml/kg), y el 21% (3 casos) requería el uso de drogas vasoactivas (noradrenalina) para el mantenimiento de la hemodinamia.

Sangrados renales

A nivel renal, la arteriografía permitió localizar los vasos sangrantes, realizándose embolización selectiva o supraselectiva en 7 casos, 5 ramas arteriales que iban al polo superior, 2 ramas a la parte media del riñón afecto y 4 ramas arteriales que irrigan el polo inferior (Fig. 1). Los grados de lesión renal informados por angio TC fueron: 2 casos grado V y 5 casos grado IV.

Un paciente precisó revascularización de la arteria renal con la colocación de endoprótesis (Fig. 2), el informe de la angio-TC inicial fue de ausencia de flujo de la arteria renal derecha y en 1 caso se realizó nefrectomía urgente tras la angiografía por avulsión completa del hilio renal apreciándose una lesión grado V.

A las 48 horas de la embolización se repitió la angiografía en uno de los casos de traumatismo renal por presentar signos clínicos de sangrado, objetivándose re sangrado a nivel de la arteria renal izquierda asociado a una disrupción completa de la unión pieloureteral por lo que se indicó la nefrectomía.

Dos de los pacientes con lesión renal grado IV presentaron urinomas asociados. Estos se pudieron resolver gracias a la colocación de un catéter doble J sin precisar tratamiento quirúrgico.

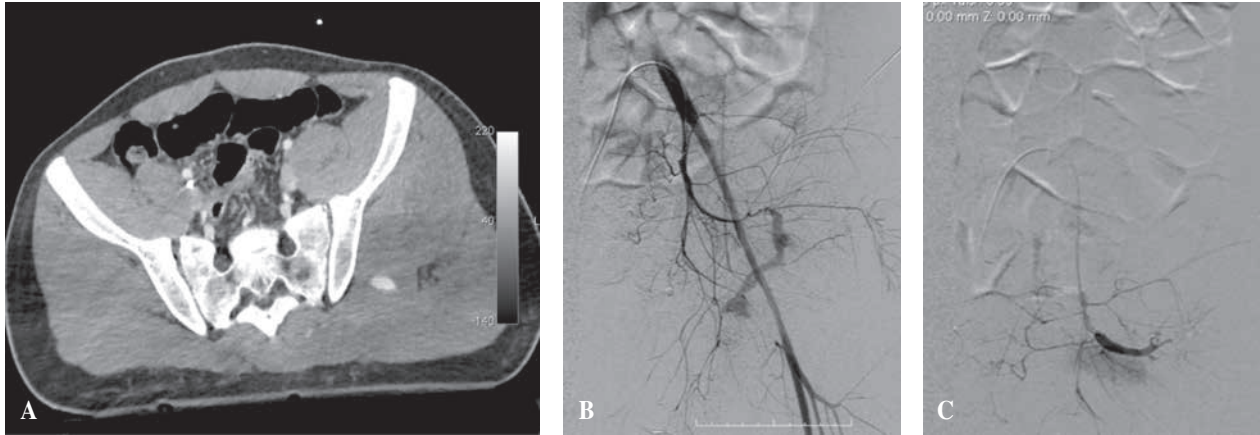


Figura 3. A) Gran hematoma a nivel glúteo. B) Fuga de contraste a nivel de ramas de la arteria glútea. C) Resultado posterior a la embolización.

Sangrados pélvicos

A nivel pélvico se apreciaron sangrados activos en la arteriografía en 5 casos (3 fracturas de pelvis (2 tipo B y 1 tipo C) y 2 hematomas en región glútea), realizándose embolizaciones supraselectivas de ramas de las arterias hipogástricas, arteria glútea superior y arterias lumbares (Fig. 3). Uno de ellos, además del sangrado por la fractura de pelvis (embolización de varias ramas de la arteria hipogástrica), presentaba sangrado a nivel torácico y esplénico por lo que requirió además embolización de 3 arterias intercostales derechas y de arterias del polo inferior del bazo. Debido a resangrado hubo que repetir la arteriografía a las 12 horas, realizando embolización supraselectiva en ramas de la arteria hipogástrica en el lado izquierdo. Este paciente, como complicación, presentó una rhabdomiólisis con una insuficiencia renal aguda transitoria que requirió hemofiltración durante 48 horas y desarrolló un hematoma retroperitoneal importante que se manejó de forma conservadora. Ninguno de estos pacientes presentó como complicación necrosis cutánea asociada a la embolización glútea.

Todos los pacientes con fractura de pelvis precisaron posteriormente al control de la hemorragia y a la estabilización hemodinámica intervención quirúrgica, realizándose fijación de la fractura ya sea de forma externa o interna.

Sangrados hepáticos

Se apreciaron sangrados a nivel hepático en 3 casos: 2 fugas a nivel de ramas de la arteria hepática izquierda, 1 caso presentaba laceración hepática entre los segmentos VI y VII con fuga local de contraste. En todos los casos se realizó embolización selectiva con resolución del sangrado. Un paciente asoció una fuga biliar transitoria que se resolvió espontáneamente.

Inicialmente en 13 de 14 pacientes que presentaron extravasación de contraste se logró controlar el sangrado activo, observándose mejoría del estado hemodinámico. Un caso presentó resangrado renal a las 48 horas del ingreso asociado a disrupción de la unión pieloureteral, precisando nefrecto-

mía y 1 caso de fractura pélvica requirió embolización a las 12 horas después de la primera embolización.

Como complicaciones directas relacionadas con el procedimiento de RVI solo hemos apreciado un hematoma a nivel femoral en el sitio de punción y un caso de rhabdomiólisis masiva y fallo renal en un paciente con una fractura pélvica compleja que se solventó con hemofiltración, apreciando una recuperación completa de la función renal posterior.

Se realizaron 2 laparotomías por lesiones asociadas (perforaciones intestinales), en ningún caso hubo la necesidad de resección de tejido necrótico. Un paciente falleció debido a lesiones asociadas graves a nivel craneoencefálico.

DISCUSIÓN

En países industrializados, aproximadamente el 50% o más de las muertes en niños son causadas por traumatismos, cifra que afortunadamente va en claro descenso. El traumatismo abdominal cerrado se presenta hasta en el 34% de los casos asociando un alto grado de morbimortalidad por el riesgo de sangrado activo⁽⁷⁾, en nuestra serie todos los pacientes tenían traumatismo abdominal.

El tratamiento conservador no quirúrgico es considerado el *gold standard* en niños con estabilidad hemodinámica que presentan lesión de órgano sólido de grados I a IV según la *Organ Injury Scale* (OIS) y lesiones de grado V, especialmente en protocolos que incluyen embolización^(7,11,12), con una tasa de éxito del 95% según Holmes y cols.⁽¹²⁾ sin incluir los pacientes embolizados y llegando al 98% de éxito en aquellos en los que se incluye la embolización.

La edad media de los pacientes en nuestra serie es de 13 años lo que concuerda con la edad media de los pacientes de las diferentes series en la literatura, donde todas las series presentan edades medias superiores a 12 años⁽⁷⁾. La relación de niño/niña es 13/3 en nuestra serie, relaciones parecidas en donde predominan los niños se aprecia en la literatura⁽⁶⁾.

En cuanto al mecanismo del traumatismo, el accidente de tráfico se presentó en un 56% en nuestra revisión seguido por la precipitación (18%), Sidhu M.K. y cols.⁽²⁾ así como Schuster T. y cols.⁽⁷⁾ comentan en sus revisiones que el accidente de tráfico es la principal causa de traumatismo con sangrado activo produciendo un alto grado morbimortalidad.

En 14 de 16 pacientes (87,5%) se apreció extravasación de contraste a nivel arterial o ausencia de captación del mismo en la angio TC inicial (lesiones grado IV o V) hecho que, sumado a la situación clínica de los pacientes, nos llevó a tomar la decisión de realizar una arteriografía, confirmándose sangrado arterial y realizando la embolización. Bhullar y cols.⁽¹⁴⁾ proponen un algoritmo de manejo y señalan una fuerte relación entre la extravasación de contraste y el sangrado activo en lesiones de grado IV o V en donde el manejo conservador no operativo tiene un gran porcentaje de fallo para lo cual recomiendan la realización de arteriografía y posterior embolización en caso necesario.

Hemos realizado dos nefrectomías por lesión renal grado V. En 2 casos con lesión renal grado IV hemos apreciado urinomas que se resolvieron con colocación de catéter doble J. Schuster T. y cols.⁽⁷⁾, en su serie, realizaron nefrectomías en lesiones grado V y también presentaron urinomas como complicación, resueltos todos con colocación de catéter doble J; realizaron embolización por resangrado en un caso de lesión grado IV, dicho paciente requirió nefrectomía. En nuestra serie, en un paciente se realizó angiografía a las 48 horas, apreciando sangrado arterial y disrupción de la unión pielouretal, por lo que se realizó la nefrectomía.

Cinco pacientes han presentado en nuestra serie fracturas pélvicas con sangrado activo que obligaron a realizar embolizaciones consiguiendo controlar la hemorragia, estabilizar al paciente y posteriormente realizar la fijación externa. Existen reportes en la literatura de hasta un 40% de muertes por sangrados pélvicos, por lo que la identificación temprana del sangrado es de vital importancia^(15,16). La embolización tiene una tasa de éxito de 80-100% controlando el sangrado arterial y de esa manera estabilizar al paciente⁽¹⁶⁾, no siendo válida para el control del sangrado venoso, (más frecuente) en fracturas pélvicas inestables⁽¹⁷⁾.

Chao N.S. y cols.⁽¹⁸⁾ presentan una serie de 5 pacientes pediátricos con fracturas pélvicas realizando fijación externa, *packing* pélvico acompañado o no de laparotomía más embolización. Abogan por la realización de un *packing* a nivel a nivel pélvico en pacientes inestables debido a que más del 70% del sangrado que se produce es venoso. El procedimiento fue realizado con un tiempo medio de 20 minutos y en 2 casos fue acompañado de embolización. En nuestra casuística no hemos realizado ningún *packing*. Todos los pacientes embolizados presentaban sangrado arterial activo en la angio-TC y posteriormente a la embolización se realizó la fijación externa; en 1 caso se realizó una segunda embolización por re sangrado. Los resultados a nivel funcional han sido buenos.

En las 3 embolizaciones a nivel hepático de nuestra serie no se han constatado complicaciones mayores y no hubo necesidad

de resección de tejido necrótico en ningún caso. Mohr A.M. y cols.⁽¹⁹⁾, en 2003, informaron del impacto de la embolización en la reducción de la mortalidad por trauma hepático, aunque reportaron una alta tasa de complicaciones. La gran mayoría de sus pacientes presentó fugas biliares, aumento de la presión intra abdominal, peritonitis biliar. Tales complicaciones parecen ser el precio a pagar por respetar el concepto de tratamiento conservador incluyendo los procedimientos de RVI⁽²⁰⁾. Creemos que las ventajas de la embolización son mayores que cualquier morbilidad asociada a dicho procedimiento. En lesiones de alto grado y con marcada inestabilidad hemodinámica que obliga a la realización inicial de cirugía puede ser necesaria la realización de angiografía posterior a la intervención quirúrgica. Asensio y cols.⁽²¹⁾ reportan que el 40% de sus pacientes sometidos a laparotomía inicial por trauma hepático de alto grado requirieron embolización posterior a la cirugía controlando el sangrado.

Una de las complicaciones que hasta hace poco se había considerado poco común, la necrosis hepática posterior a la embolización, en realidad según un reciente estudio de Dabbs y cols.⁽²²⁾ un 42% de pacientes de su serie que habían sido sometidos a embolización presentaron necrosis hepáticas, aunque no han podido establecer claros factores de riesgos para la necrosis hepática y la embolización; está claro que el grado de lesión del parénquima *per se* influye a la hora de presentar necrosis a nivel hepático así como el sitio en el cual se realiza la embolización. No hemos hallado en nuestra serie ningún paciente con este tipo de complicación. La embolización supra selectiva distal y el uso de material de embolización reabsorbible minimizan el riesgo de necrosis hepática.

A pesar de que las diferentes series de embolizaciones pediátricas describen embolización esplénica con lesiones grados IV y V con alta tasa de éxito⁽⁷⁾, en nuestra serie solo hemos tenido un caso de embolización esplénica, asociada a tratamiento percutáneo de otros órganos.

CONCLUSIÓN

En todo paciente pediátrico traumático con sangrado activo el objetivo inicial es el control de la hemorragia así como la preservación de órganos sólidos. Aunque los criterios para la indicación de la embolización en niños es una cuestión en debate, está claro que el agregado de un enfoque intervencionista dentro del manejo conservador puede ser una alternativa a la laparotomía de control de daños con una alta efectividad y escasas complicaciones. Nuestra experiencia es muy alentadora y creemos que el uso de técnicas de RVI (embolización) debe incluirse en el protocolo del paciente pediátrico traumático con signos de sangrado activo y labilidad hemodinámica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mendelson KG, Fallat ME. Pediatric injuries: prevention to resolution. Surg Clin North Am. 2007; 87: 207-28.

2. Sidhu MK, Hogan MJ, Shaw DW, Burdick T. Interventional radiology for paediatric trauma. *Pediatr Radiol*. 2009; 39: 506-15.
3. Stylianos S, Ford HR. Outcomes in pediatric trauma care. *Semin Pediatr Surg*. 2008; 17: 110-5.
4. Upadhyaya P, Simpson JS. Splenic trauma in children. *Surg Gynecol Obstet*. 1968; 126: 781-90.
5. Stylianos S, The APSA Trauma Committee. Evidence-based guidelines for resource utilization in children with isolated spleen or liver injury. *J Pediatr Surg*. 2000; 35: 164-7, discussion 167-9.
6. Stylianos S. Outcomes from pediatric solid organ injury: role of standardized care guidelines. *Curr Opin Pediatric*. 2005; 17: 402-6.
7. Schuster T, Leissner G. Selective angioembolization in blunt solid organ injury in children and adolescents: Review of recent literature and own experiences. *Eur J Pediatr Surg*. 2013; 23: 454-63.
8. Van der Vlies CH, Van Delden OM, Punt BJ, Ponsen KJ, Reekers JA, Goslings JC. Literature review of the role of ultrasound, computed tomography, and transcatheter arterial embolization for the treatment of traumatic splenic injuries. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2010; 33: 1079-87.
9. Christensen R. Invasive radiology for pediatric trauma. *Semin Pediatr Surg*. 2001; 10: 7-11.
10. Guillén G, Asensio M, Piró C, Martín JA, Pérez M. Cinco años de traumatismo renal en un centro de trauma pediátrico: nuevas herramientas en el proceso diagnóstico y terapéutico. *Cir Pediatr*. 2007; 20: 209-14.
11. Jacobs MA, Hotaling JM, Mueller BA, Koyle M, Rivara F, Voelzke BB. Conservative management vs early surgery for high grade pediatric renal trauma--do nephrectomy rates differ? *J Urol*. 2012; 187: 1817-22.
12. Gross JL, Woll NL, Hanson CA. Embolization for pediatric blunt splenic injury is an alternative to splenectomy when observation fails. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013; 75: 421-5.
13. Holmes JH 4th, Wiebe DJ, Tataria M, Mattix KD, Mooney DP, Scaife ER, et al. The failure of nonoperative management in pediatric solid organ injury: a multi-institutional experience. *J Trauma*. 2005; 59: 1309-13.
14. Bhullar I, Frykberg E, Tepas III J, Siragusa D, Loper T, Kerwin A. At first blush: Absence of computed tomography contrast extravasation in Grade IV or V adult blunt splenic trauma should not preclude angioembolization. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 74: 105-12.
15. White CE, Hsu JR, Holcomb JB. Hemodynamically unstable pelvic fractures. *Injury*. 2009; 40: 1023-30.
16. Papakostidis C, Giannoudis PV. Pelvic ring injuries with hemodynamic instability: efficacy of pelvic packing, a systematic review. *Injury*. 2009; 40(Suppl 4): S53-61.
17. Osborn PM, Smith WR, Moore EE. Direct retroperitoneal pelvic packing versus pelvic angiography: a comparison of two management protocols for hemodynamically unstable pelvic fractures. *Injury*. 2009; 40: 54-60.
18. Chao NS, Liu CS, Chung KL, Tang PM, Tai DK, Lee KY, et al. Retroperitoneal pelvic packing for haemodynamically unstable pelvic fractures in children and adolescents: A level-one trauma-centre experience. *J Pediatr Surg*. 2012; 47: 2244-50.
19. Mohr AM, Lavery RF, Barone A, Bahramipour P, Magnotti LJ, Osband AJ, Sifri Z, Livingston DH. Angiographic embolization for liver injuries: low mortality, high morbidity. *J Trauma*. 2003; 55: 1077-81.
20. Letoublon C, Morra I, Chen Y, Monnin V, Voirin D. Hepatic arterial embolization in the management of blunt hepatic trauma: Indications and complications. *J Trauma*. 2011; 70: 1032-6.
21. Asensio JA, Roldán G, Petrone P, Rojo E, Tillou A, Kuncir E, et al. Operative management and outcomes in 103 AAST-OIS grades IV and V complex hepatic injuries: trauma surgeons still need to operate, but angioembolization helps. *J Trauma*. 2003; 54: 647-53.
22. Dabbs DN, Stein DM, Scalea TM. Major hepatic necrosis: a common complication after angioembolization for treatment of high-grade liver injuries. *J Trauma*. 2009; 66: 621-7.