

RADIOLOGÍA HOY

Radiología intervencionista en pediatría: no es un juego de niños

J. Alonso Sánchez^{a,*}, D.A. Parra^a y C. Parra-Fariñas^b^a Division of Imaged Guided Therapy, Department of Diagnostic Imaging, The Hospital for Sick Children (SickKids), University of Toronto, Toronto, Ontario, Canadá^b Divisions of Neuroradiology and Imaged Guided Therapy, Department of Diagnostic Imaging, The Hospital for Sick Children (SickKids), University of Toronto, Toronto, Ontario, Canadá

Recibido el 1 de junio de 2023; aceptado el 26 de junio de 2023

Disponible en Internet el 11 de septiembre de 2023

PALABRAS CLAVE

Radiología;
Radiología
intervencionista;
Pediatría;
Competencia clínica;
Sociedades médicas

Resumen La radiología intervencionista pediátrica es una subespecialidad dinámica y en crecimiento. Las nuevas vías de formación en radiología intervencionista, el mantenimiento de las competencias con un pequeño volumen de casos o procedimientos complejos, la disponibilidad limitada de equipos y material pediátrico específico, los efectos de la sedación o de la anestesia sobre el neurodesarrollo y la protección radiológica suponen importantes retos y oportunidades.

© 2023 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Radiology;
Interventional
radiology;
Pediatrics;
Clinical competence;
Medical societies

Pediatric interventional radiology: It's not a child's play

Abstract Pediatric interventional radiology is a dynamic and growing subspecialty. The new training pathways in interventional radiology, the maintenance of skills with a small volume of cases or complex procedures, the limited availability of specific pediatric equipment and materials, the effects of sedation or anesthesia on neurodevelopment or radiological on neurodevelopment or radiation protection pose significant challenges and opportunities.

© 2023 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción. Los orígenes de la radiología vascular e intervencionista en pediatría

La radiología vascular e intervencionista (RVI) es una subespecialidad relativamente joven con origen en 1953, año en

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: Jaimealsn2@gmail.com (J. Alonso Sánchez).

el que Sven Seldinger describió la técnica de Seldinger¹, la cual se considera la base de la mayoría de los procedimientos en RVI. Con esta nueva técnica de aguja-guía-catéter los radiólogos, conocidos comúnmente como angiólogos, se adentraron en el mundo de la angiografía. Las terapias destinadas a estas patologías estaban hasta entonces monopolizadas por cirujanos vasculares, y se abrió la puerta al desarrollo de nuevas técnicas y procedimientos endovasculares. Así, en 1960 se describió por primera vez la aortografía anterógrada a través de un catéter en la aurícula derecha insertado por la vena basilica². También, en la misma década, se comercializaron los primeros inyectores y aparatos de rayos X capaces de realizar series angiográficas³.

Sin embargo, fue Charles Dotter el pionero en demostrar que la RVI podía ser una herramienta terapéutica además de diagnóstica. La primera angioplastia realizada por Dotter ocurrió de manera accidental en 1963, cuando realizando una aortografía diagnóstica en un paciente con estenosis renal, introdujo el catéter de forma retrógrada a través de una arteria iliaca derecha ocluida. Al año siguiente, Dotter realizó la primera angioplastia con balón en una paciente de 82 años con una estenosis crónica en la arteria femoral superficial que había rechazado la amputación. La paciente no tendría más síntomas hasta su muerte, 3 años después, por otras causas^{4,5}.

Esos avances de Seldinger y de Dotter abrieron la puerta al desarrollo de la radiología intervencionista con multitud de innovaciones hasta el día de hoy. Algunos de los avances han sido el descubrimiento, de forma no intencionada, de la posibilidad de comunicar la vena suprahepática y la vena porta en 1964 al intentar drenar la vía biliar a las venas suprahepáticas⁶; las primeras embolizaciones en sangrados gastrointestinales en 1972⁷ y en traumas pélvicos en 1973⁸; los primeros *coils* para el tratamiento de aneurismas y malformaciones vasculares intracraneales en 1974⁹, así como los primeros balones de angioplastia creados por Andreas Gruentzig también en 1974¹⁰.

Los niños no fueron olvidados. En 1981 se describió el primer cierre de un conducto arterioso persistente por vía percutánea¹¹. Del mismo modo, en 1971 se realizaron las primeras esplenografías en pacientes pediátricos para el diagnóstico de obstrucciones portales, las cuales fueron llevadas a cabo por el propio Charles Dotter¹². Uno de los pioneros de la RVI en pediatría es Philip Stanley, autor del primer libro de angiografía en pediatría¹³, quien describió el diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión renal^{14,15}, las primeras embolizaciones arteriales¹⁶ y los primeros drenajes percutáneos guiados por imagen¹⁷. El primer texto dedicado exclusivamente a la radiología pediátrica lo publicaron en 2014 Michael Temple y Francis E. Marshalleck, y en él se describen con gran detalle procedimientos intervencionistas pediátricos¹⁸. Es nuestro objetivo con este artículo analizar los retos y las oportunidades a los que se enfrenta la RVI pediátrica y aumentar la conciencia de la utilidad de estos procedimientos mínimamente invasivos sobre la población pediátrica.

Retos y oportunidades

Formación

La adquisición de habilidades y competencias específicas para la práctica del intervencionismo en pediatría requiere,

además de la especialización en radiología general, la formación adicional en radiología pediátrica y en RVI¹⁹.

La formación específica en este campo es relativamente reciente en España con los programas de *fellowship* en RVI para pacientes adultos respaldados por la Sociedad Española de Radiología Vascular e Intervencionista (SERVEI)²⁰. En la actualidad no existe ningún programa de *fellowship* específico en RVI en pediatría en España. Por el contrario, existen más de una decena de programas de *fellowship* en Estados Unidos y en Canadá, en grandes centros terciarios pediátricos (Boston Children's Hospital, Children's Hospital of Philadelphia, The Hospital For Sick Children, entre otros) y tan solo un programa en Europa (Great Ormond Street Hospital, en Londres). Sin embargo, existen diferencias importantes respecto al número, al tipo y a la complejidad de casos realizados según el centro. Esto hace difícil la estandarización y la homogenización de la formación dedicada a RVI pediátrica²¹.

Volumen y complejidad de los casos

Las características de los procedimientos en RVI pediátrica varían ampliamente entre hospitales debido fundamentalmente a la variabilidad en los equipos material y personal. Esto resulta en grandes diferencias a la hora de adquirir una correcta formación.

En centros con un número reducido de procedimientos, así como con una menor complejidad de los mismos, puede ser difícil contar con personal formado en pediatría y con óptimos recursos materiales. En estas situaciones, una fluida colaboración e integración con la RVI adulta podría ser una buena alternativa para solventar estas dificultades²¹.

Por el contrario, debido a las posibilidades diagnósticas y terapéuticas que ofrece la RVI en pediatría, existe en la actualidad una creciente demanda de profesionales que sean capaces de realizar procedimientos en la población pediátrica. Esto ya es una realidad en grandes centros terciarios. Sin embargo, es cierto que persiste el desconocimiento de esta subespecialidad.

Material específico

Los materiales diseñados inicialmente para adultos no satisfacen todas las necesidades pediátricas, y su utilidad, sus resultados y su seguridad deben ser aún validados²². De manera general, parece que existe una innovación más lenta, así como una menor disponibilidad de material específico para pediatría. Aunque sí existen algunos materiales que han sido especialmente diseñados para pacientes pediátricos, como guías, catéteres vasculares, catéteres de diálisis, *port-a-caths* o dispositivos de nutrición enteral, en general se trata de un mercado poco atractivo debido a una menor demanda y a los altos costes que supone rediseñar materiales en principio ya ampliamente validados para adultos.

Necesidades del paciente pediátrico y de su familia

Las necesidades del paciente pediátrico y de su entorno son diferentes a las de un paciente adulto. Un niño, según la edad, no siempre consigue entender la importancia de

un procedimiento diagnóstico o terapéutico. Asimismo, las repercusiones sociales en ambos grupos poblacionales son muy distintas.

Respecto a las técnicas de anestesia, existe, en general, una mayor necesidad de sedación y anestesia para realizar un procedimiento de manera segura en la población pediátrica. Esto conlleva, en muchas ocasiones, un mayor riesgo de complicaciones. Los procedimientos menos complejos se pueden realizar en algunos casos sin ayuda de sedación, especialmente en neonatos o lactantes, que se pueden calmar durante procedimientos mínimamente invasivos. Sin embargo, estos pacientes requieren cuidados particulares, como preservar la temperatura corporal durante el procedimiento, reducir al máximo la pérdida de sangre, así como los volúmenes de líquido o de contraste administrados. Ejemplo de ellos son los catéteres centrales de inserción periférica o las punciones lumbares guiadas por ecografía en pacientes menores de un año. En el caso de pacientes pediátricos mayores o procedimientos largos y más complejos en donde la colaboración no sea posible, la mayoría requieren anestesia o sedación bajo la supervisión de un anestesta. Se deben minimizar las exposiciones a sedaciones prolongadas o a anestesia generales por los potenciales efectos adversos sobre el neurodesarrollo²³, siendo útiles estrategias para agrupar todos estos procedimientos bajo un mismo proceso anestésico²⁴.

Además de asegurar el bienestar del paciente, también se debe asegurar el de su familia²⁵. La enfermedad supone una preocupación y un motivo de ansiedad para los padres, en muchas ocasiones mayores que las del propio paciente. Es fundamental explicar la necesidad del procedimiento y sus resultados a corto, a medio o a largo plazo, repasar los riesgos y las complicaciones derivados del mismo, así como los cuidados posteriores al procedimiento. La continuidad de los cuidados antes, durante y después del procedimiento por parte del mismo equipo de profesionales es clave para dar respuesta a los problemas del paciente y aumentar el nivel de confianza de los familiares²⁶.

Protección radiológica y seguridad en la administración de contrastes

Si bien los beneficios de estas intervenciones radiológicas están bien reconocidos, también existen riesgos relacionados con la exposición a la radiación ionizante, especialmente importantes en la población pediátrica por la sensibilidad aumentada de estos pacientes a los efectos de la radiación. El objetivo principal del manejo de la radiación en la RVI es minimizar el uso innecesario de la misma de acuerdo con los principios ALARA (*As Low as Reasonable Achievable*)^{27,28}.

Para todos los procedimientos intervencionistas guiados por fluoroscopia es necesario controlar la dosis de radiación durante el procedimiento y registrarla en la historia clínica del paciente. Los pacientes que hayan recibido una dosis de radiación clínicamente significativa deben ser objeto de seguimiento después del procedimiento para detectar posibles efectos secundarios. Además, es fundamental crear protocolos de baja dosis que permitan realizar procedimientos de forma segura²⁹.

En cuanto a los contrastes radiológicos, se prefieren contrastes de baja osmolaridad con unos volúmenes

máximos de 4-5 ml/kg en neonatos y de 6-8 ml/kg para el resto de los pacientes pediátricos. Diluir el contraste o evitar el uso de los inyectores de contraste pueden ser estrategias útiles para disminuir la cantidad de contraste utilizado y evitar efectos adversos indeseados por reacciones alérgicas (en general menos frecuentes que en adultos) o nefrotoxicidad por contraste (excepcional en pacientes con adecuado filtrado glomerular o casi siempre asociada a otras comorbilidades)^{30,31}.

Presente y futuro

El número de radiólogos intervencionistas pediátricos que se definen como tales ha ido en aumento en las últimas décadas, pasando de 110 profesionales y 38 hospitales principalmente en Estados Unidos y Canadá en 2007³² a 177 profesionales y 88 hospitales en 2017³³, con tan solo 5 centros europeos.

También se ha creado la primera Sociedad de Radiología Intervencionista Pediátrica (*Society for Pediatric Interventional Radiology* [SPIR]) en 2009, con el objetivo de «apoyar y promover la salud de la población pediátrica mediante procedimientos mínimamente invasivos guiados mediante imagen». Esta sociedad cuenta hoy en día con más de 300 miembros en 24 países³³.

La RVI pediátrica es una subespecialidad prometedora con un increíble potencial para la innovación y el desarrollo. Los retos a los que se enfrenta son similares a aquellos que tuvo la RVI en adultos en sus inicios, algunos de los cuales siguen estando presentes en la actualidad. Estos incluyen la necesidad de una formación específica y estructurada, un mayor reconocimiento de las necesidades de servicios intervencionistas por parte de las instituciones sanitarias o la colaboración para el desarrollo de equipos pediátricos adecuados. Es fundamental superar todos estos retos para así asegurar que todos los pacientes pediátricos tengan acceso a procedimientos de RVI mínimamente invasivos, los cuales sí están disponibles para los adultos.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Autoría

1. Responsable de la integridad del estudio: JAS, DAP, CP-F.
2. Concepción del estudio: JAS, DAP, CP-F.
3. Diseño del estudio: JAS, DAP, CP-F.
4. Obtención de los datos: JAS, DAP, CP-F.
5. Análisis e interpretación de los datos: JAS, DAP, CP-F.
6. Tratamiento estadístico: JAS, DAP, CP-F.
7. Búsqueda bibliográfica: JAS, DAP, CP-F.
8. Redacción del trabajo: JAS, DAP, CP-F.
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: JAS, DAP, CP-F.
10. Aprobación de la versión final: JAS, DAP, CP-F.

Contribución de los autores

- Alonso Sánchez, Jaime: Concepción y diseño del estudio. Adquisición de datos. Análisis y redacción. Aprobación final del manuscrito.
- Parra, Dimitri A: Diseño del estudio. Revisión crítica del contenido. Aprobación final del manuscrito.
- Parra-Fariñas, Carmen: Diseño del estudio. Revisión crítica del contenido. Aprobación final del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta Radiol.* 1953;39:368–76, <http://dx.doi.org/10.3109/00016925309136722>.
- Blake HA, Inmon TW, Spencer FC. Emergency use of antegrade aortography in diagnosis of acute aortic rupture. *Ann Surg.* 1960;152:954–6, <http://dx.doi.org/10.1097/0000658-196012000-00004>.
- Amplatz K. New rapid roll-film changer. *Radiology.* 1968;90:130–4, <http://dx.doi.org/10.1148/90.1.130>. PMID: 5635124.
- Dotter CT. Cardiac catheterization and angiographic technics of the future. Background and current status of clinical catheter angiography. *Cesk Radiol.* 1965;19:217–36.
- Payne MM. Charles Theodore Dotter. The father of intervention. *Tex Heart Inst J.* 2001;28:28–38.
- Rösch J, Hanafée WN, Snow H. Transjugular portal venography and radiologic portacaval shunt: An experimental study. *Radiology.* 1969;92:1112–4, <http://dx.doi.org/10.1148/92.5.1112>.
- Rösch J, Dotter CT, Brown MJ. Selective arterial embolization. A new method for control of acute gastrointestinal bleeding. *Radiology.* 1972;102:303–6, <http://dx.doi.org/10.1148/102.2.303>.
- Ring EJ, Athanasoulis C, Waltman AC, Margolies MN, Baum S. Arteriographic management of hemorrhage following pelvic fracture. *Radiology.* 1973;109:65–70, <http://dx.doi.org/10.1148/109.1.65>.
- Mullan S. Experiences with surgical thrombosis of intracranial berry aneurysms and carotid cavernous fistulas. *J Neurosurg.* 1974;41:657–70, <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1974.41.6.657>.
- Grüntzig A, Hopff H. Perkutane Rekanalisation chronischer arterieller Verschlüsse mit einem neuen Dilatationskatheter. Modifikation der Dotter-Technik [Percutaneous recanalization after chronic arterial occlusion with a new dilator-catheter (modification of the Dotter technique) (author's transl.)]. *Dtsch Med Wochenschr.* 1974;99:2502–10, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1108161>.
- Porstmann W, Wierny L. Percutaneous transfemoral closure of the patent ductus arteriosus — an alternative to surgery. *Semin Roentgenol.* 1981;16:95–102, [http://dx.doi.org/10.1016/0037-198x\(81\)90045-6](http://dx.doi.org/10.1016/0037-198x(81)90045-6).
- Rösch J, Dotter CT. Extrahepatic portal obstruction in childhood and its angiographic diagnosis. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1971;112:143–9, <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.112.1.143>.
- Stanley P, Miller JH, TIL D. *Pediatric Angiography.* 1st edition. Baltimore: Williams & Wilkins; 1982.
- Alfonzo JP, Ugarte C, Banasco J, Fraxedas R, Gutiérrez F, Lahera J. Hipertensión vasculo-renal en niños y adolescentes: diagnóstico y tratamiento durante 19 años [Renovascular hypertension in children and adolescents: Diagnosis and treatment over 19 years]. *Nefrología.* 2006;26:573–80.
- Stanley P, Hieshima G, Mehringer M. Percutaneous transluminal angioplasty for pediatric renovascular hypertension. *Radiology.* 1984;153:101–4, <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.153.1.6236476>.
- Stanley P, Eto RT. Arterial embolization of malignant tumor: Report of two cases with angiographic findings. *Radiology.* 1978;126:93–4, <http://dx.doi.org/10.1148/126.1.93>.
- Stanley P, Atkinson JB, Reid BS, Gilsanz V. Percutaneous drainage of abdominal fluid collections in children. *AJR Am J Roentgenol.* 1984;142:813–6, <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.142.4.813>.
- Temple M, Marshalleck FE. *Pediatric interventional radiology handbook of vascular and non-vascular interventions.* 1st edition. New York: Springer; 2014.
- Lord DJ. The practice of pediatric interventional radiology. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2011;14:2–7, <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2010.07.002>.
- Sociedad Española de Radiología Vascular e Intervencionista. Fellow en RVI. Programa de Formación Fellow en Radiología Vascular Intervencionista de la SERVEI [consultado 15 Mar 2023]. Disponible en: <https://servei.org/profesion/fellow-rvi/>
- Harned RK 2nd, Heran MKS, Patel M, Barnacle A, Cahill AM, Braswell L, et al. 2018 Society of Pediatric Interventional Radiology Board of Directors. Challenges and opportunities for continued success and growth of pediatric interventional radiology: A communiqué from the Society for Pediatric Interventional Radiology. *AJR Am J Roentgenol.* 2018;211:740–3, <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.18.19936>.
- Barnacle AM, Cahill AM. Paediatric IR: The evidence for best practice is growing. *CVIR Endovasc.* 2021;6:8, <http://dx.doi.org/10.1186/s42155-020-00201-7>.
- U.S. Food and Drug Administration website. FDA Drug Safety Communication: FDA approves label changes for use of general anesthetic and sedation drugs in young children [consultado 15 Mar 2023]. Disponible en: <www.fda.gov/Drugs/DrugSafety/ucm554634.htm>
- Barton K, Nickerson JP, Higgins T, Williams RK. Pediatric anesthesia and neurotoxicity: What the radiologist needs to know. *Pediatr Radiol.* 2018;48:31–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-017-3871-4>.
- Schor EL. Family pediatrics: Report of the task force on the family. *Pediatrics.* 2003;111 6 Pt 2:1541–71.
- Alzen G, Benz-Bohm G. Radiation protection in pediatric radiology. *Dtsch Arztebl Int.* 2011;108:407–14, <http://dx.doi.org/10.3238/arztebl.2011.0407>.
- Edalat F, Lindquester WS, Gill AE, Simoneaux SF, Gaines J, Hawkins CM. The effects of expanding outpatient and inpatient evaluation and management services in a pediatric interventional radiology practice. *Pediatr Radiol.* 2017;47:321–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-016-3747-z>.
- Connolly B, Racadio J, Towbin R. Practice of ALARA in the pediatric interventional suite. *Pediatr Radiol.* 2006;36 Suppl 2:163–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-006-0192-4>.
- Muthusami P, Shkumat N, Rea V, Chiu AH, Shroff M. CT reconstruction and MRI fusion of 3D rotational angiography in the evaluation of pediatric cerebrovascular lesions. *Neuroradiology.* 2017;59:625–33, <http://dx.doi.org/10.1007/s00234-017-1818-y>.
- Marshalleck F. Pediatric arterial interventions. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2010;13:238–43, <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2010.04.006>.
- Soares BP, Lequin MH, Huisman TAGM. Safety of contrast material use in children. *Magn Reson Imaging*

- Clin N Am. 2017;25:779–85, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mric.2017.06.009>.
32. Sidhu MK, James CA, Harned RK 2nd, Connolly BL, Dubois J, Morello FP, et al. Pediatric interventional radiology workforce survey summary. *Pediatr Radiol*. 2007;37:113–5, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-006-0354-4>.
33. Kaufman CS, James CA, Harned RK, Connolly BL, Roebuck DJ, Cahill AM, et al. Pediatric interventional radiology workforce survey: 10-year follow-up. *Pediatr Radiol*. 2017;47:651–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-017-3796-y>.