

Embolización endovascular en el tratamiento del secuestro pulmonar intralobar

S. Santiago-Martínez¹, G. Guillén¹, A. Laín¹, S. López-Fernández¹, M. Pérez², J. Lloret¹

¹Servicio de Cirugía Pediátrica, ²Radiología Vascular Intervencionista. Hospital Vall d'Hebron. Barcelona.

RESUMEN

Introducción. El tratamiento de elección de los secuestros intralobares (SI) es la lobectomía pulmonar. La mayoría de complicaciones se asocian a la vascularización sistémica pulmonar anómala. La embolización de las arterias sistémicas se presenta como una alternativa terapéutica, que incluso constituye la primera línea de tratamiento en algunos centros. Resumimos nuestra experiencia al aplicar esta técnica en casos seleccionados.

Material y métodos. Estudio retrospectivo de los casos con SI tratados en nuestro centro mediante embolización entre 2013 y 2014, centrado en las indicaciones, resultados, complicaciones y seguimiento. Siendo la lobectomía la primera línea de tratamiento la embolización se reservó para casos seleccionados: bilaterales, con el objetivo de preservar parénquima pulmonar o ante el rechazo familiar a la intervención quirúrgica.

Resultados. Se trataron tres pacientes de 12, 14 y 21 meses. Dos presentaban un SI unilateral, uno en lóbulo inferior izquierdo (LII) y otro en el lóbulo inferior derecho (LID); el tercero lesiones bilaterales (un SI en LID y un complejo MAQ-secuestro en LII). Se embolizaron las cuatro lesiones por punción de arteria femoral derecha. El caso con lesiones bilaterales fue intervenido a los 7 meses tras la embolización, realizándose una lobectomía toracoscópica del complejo MAQ-secuestro, hallando adherencias al diafragma. Ninguno presentó complicaciones inmediatas y fueron dados de alta a las 48 horas. En los controles realizados con ecografía y radiografías simples, con seguimientos de 31, 47 y 56 meses, no se han observado complicaciones clínicas ni radiológicas.

Conclusiones. La embolización de los vasos sistémicos es una opción en el tratamiento del SI que permite evitar una cirugía, conservar parénquima pulmonar y no impide la exéresis quirúrgica en caso de fallo del tratamiento o lesión parenquimatosa. Es preciso un mayor seguimiento para determinar la efectividad a largo plazo.

PALABRAS CLAVE: Secuestro intralobar; Secuestro pulmonar; Embolización; Radiología vascular intervencionista.

Correspondencia: Dra. Gabriela Guillén Burrieza. Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Vall d'Hebron. Paseo Vall d'Hebron, 119-129. 08038 Barcelona.

E-mail: gguillen@vhebron.net

Trabajo presentado en el 54º Congreso Nacional de Cirugía Pediátrica.

Recibido: Mayo 2015

Aceptado: Abril 2017

ENDOASCULAR EMBOLIZATION IN THE TREATMENT OF THE PULMONARY INTRALOBAR SEQUESTRATION

ABSTRACT

Introduction. Up to date the classical therapeutic approach for intralobar sequestrations (IS) has been surgical excision. However, systemic arteries embolization is presented as an alternative, and even constitutes the first line of treatment in some centers. We summarize our experience in selected cases with the aim of preserving the maximum lung parenchyma.

Material and methods. Retrospective study of IS who underwent endovascular embolization at our institution between 2013 and 2014.

Results. Three patients of 12, 14 and 21 months old were treated. Two patients had unilateral IS, one in the left lower lobe (LLL) and the other in the right lower lobe (RLL); the third one had bilateral lesions (a CAM-S complex in the RLL and a IS in the LII). The embolization of the four lesions was performed via right femoral artery. The case with bilateral lesions underwent thoracoscopic lobectomy of the CAM-S 7 months after embolization, finding adherences to the diaphragm. None of the patients had immediate complications and were discharged within 48 hours after embolization. In successive ultrasound and plain radiographs controls, with a follow-up of 6, 18 and 30 months, no complications were found.

Conclusions. Systemic vessels embolization is a treatment option for the treatment of IS that avoids surgery, preserves lung parenchyma and does not preclude surgical resection in case of treatment failure or presence of parenchymal lesions. Longer follow-up is needed to determine long-term effectiveness.

KEY WORDS: Bronchopulmonary sequestration; Intralobar sequestration; Endovascular procedure; Interventional radiology.

INTRODUCCIÓN

Los secuestros pulmonares representan del 0,15 al 6,4% de todas las malformaciones pulmonares⁽¹⁻⁷⁾, cifra probablemente superior debido a la existencia de casos asintomáticos y no diagnosticados prenatalmente. Estas malformaciones se componen de tejido pulmonar no funcionando, sin conexión con el árbol bronquial y con vascularización arterial procedente de la circulación sistémica^(5,7).

Los secuestros pueden clasificarse como intralobares o extralobares en función de la relación con el parénquima pulmonar adyacente y con la pleura visceral que los rodea. El secuestro extralobar (SE) está cubierto por una pleura visceral que lo separa del parénquima pulmonar normal, mientras que el secuestro intralobar (SI) se encuentra completamente cubierto de tejido pulmonar normal o por un segmento de la pleura visceral del lóbulo pulmonar en el que se encuentra⁽⁵⁾. Presentan un ratio entre ambas de 3:1, y aunque lo más frecuente es que sean malformaciones aisladas ambas pueden coexistir en un mismo paciente⁽¹⁾.

Los SI presentan una distribución similar entre sexos, pero en el caso de los SE es más frecuente en varones (hasta un 80% de los casos)⁽¹⁾. Ambas malformaciones reciben vascularización arterial de la circulación sistémica, de ramas tanto de la aorta torácica como de la aorta abdominal^(7,8). Los SI drenan generalmente hacia las venas pulmonares, y los SE hacia venas sistémicas tales como la vena ácigos o la vena porta.

El tratamiento de elección hasta el momento de los SI se ha basado en la lobectomía pulmonar, con resección del lóbulo pulmonar afecto. El objetivo del tratamiento es la prevención del desarrollo de complicaciones, que en el caso de los SI puros, consiste principalmente en complicaciones hemorrágicas e infecciosas, relacionadas con la vascularización sistémica. Gracias al avance en las técnicas de radiología vascular intervencionista, la embolización de las arterias sistémicas se presenta en la actualidad como una alternativa terapéutica, e incluso constituye la primera línea de tratamiento en algunos centros^(3,7). Resumimos nuestra experiencia de embolización en casos seleccionados de SI, con el objetivo de preservar el máximo parénquima pulmonar al evitar la resección quirúrgica o como opción terapéutica en caso de rechazo familiar a la intervención quirúrgica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos una revisión retrospectiva de los casos de SI tratados en nuestro centro durante los años 2013 y 2014 mediante radiología vascular intervencionista, evaluando las pruebas diagnósticas (tipo de lesión, localización, número de lesiones, aporte vascular –origen, número y calibre de los vasos–, presencia de lesión parenquimatosa), el procedimiento (vía de abordaje, materiales utilizados para embolización, complicaciones), así como las complicaciones inmediatas y el seguimiento de los pacientes.

Previo al procedimiento, a todos los pacientes se les realizó un ecocardiograma para evaluar la posible repercusión hemodinámica producida por el secuestro (insuficiencia cardíaca e hipertensión pulmonar). El estudio anatómico de las lesiones pulmonares y de la vascularización de las mismas se realizó mediante una angioTC. El tratamiento endovascular se planteó como alternativa terapéutica en casos de secuestros unilaterales con un vaso sistémico de gran calibre y con mínima o nula lesión sólida parenquimatosa (secuestro tipo Pryce 1) como alternativa al tratamiento quirúrgico y en ca-

sos de secuestro bilateral. El calibre de los vasos no supuso una contraindicación, puesto que el material actual permite canalizar arterias incluso de menos de 3 mm de diámetro.

El procedimiento se realizó bajo anestesia general. El abordaje, en todos los casos, se hizo mediante la punción ecoguiada de la arteria femoral derecha. Mediante un catéter se procedió a realizar un aortograma obteniendo un mapa arterial de las ramas aberrantes que nutrían el SI. Posteriormente, se cateterizaron selectivamente para determinar el diámetro, localización y drenaje venoso del SI. En función de estos datos se optó por diferentes métodos de embolización. Los “*plugs*” vasculares Amplatzer® (AVPs) se emplearon para la oclusión completa de vasos o fistulas de gran tamaño y flujo. Se optó por utilizar los “*microcoils*” para los vasos o fistulas de pequeño tamaño. El Onyx® (ev3 Neurovascular, Irvine, CA), un copolímero de etilen-vinil alcohol disuelto en dimetil sulfóxido, se utilizó además como sellante. Para terminar el procedimiento se realizó un aortograma final comprobando la completa oclusión vascular del SI.

Los pacientes permanecieron ingresados 24h, con vendaje compresivo durante 6-12 h y realización de radiografía simple previa al alta.

Los controles ambulatorios tras el procedimiento se llevaron a cabo mediante radiografía simple y visita en consultas externas a las dos semanas, posteriormente a los dos meses, seis meses y luego de manera anual. En los controles anuales se añadió como exploración una ecografía para descartar la re-permeabilización de la malformación, con el objetivo de evitar los artefactos asociados al material de embolización en la TC torácica. En el caso del paciente con la lesión quística residual, se realizó una TC torácica a los 4 meses tras la embolización para constatar la persistencia de la lesión parenquimatosa y planificar la cirugía en su caso.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio se trataron mediante la citada técnica tres pacientes con SI.

Los detalles demográficos, clínicos, anatómicos y terapéuticos de los pacientes tratados se encuentran resumidos en la Tabla I.

Caso 1

Recién nacido de género masculino con diagnóstico prenatal de complejo MAQ-secuestro en base pulmonar izquierda. En la ecografía del 2º trimestre se observó una imagen compatible con dextrocardia y secuestro pulmonar en LII. La angioTC torácica realizado a los 7 meses de vida mostró la presencia de dos vasos anómalos con origen en la pared lateral izquierda de la aorta abdominal, proximales al tronco celiaco. Un vaso cruzaba por delante de la aorta e irrigaba un subsegmento de la base pulmonar derecha donde también se apreciaba un área de enfisema en relación al secuestro pulmonar derecho (Fig. 1A). En otro se bifurcaba y se diri-

Tabla I. Detalles demográficos, clínicos, anatómicos y terapéuticos de los pacientes tratados.

Caso	Sexo	Edad	Síntomas	Diagnóstico	Nº de arterias aberrantes	Material de embolización	Resultado	Complicaciones	Seguimiento (meses)
1	V	21 meses	Asintomático	MAQ-secuestro en LII y SI LID	2	Amplatzer® Onyx® “microcoils”	Oclusión completa	No	56
2	M	14 meses	Asintomática	SI LII	1	Amplatzer® Onyx® “microcoils”	Oclusión completa	No	31
3	M	12 meses	Asintomática	SI LID	1	Amplatzer® “hydrocoils”	Oclusión completa	No	47

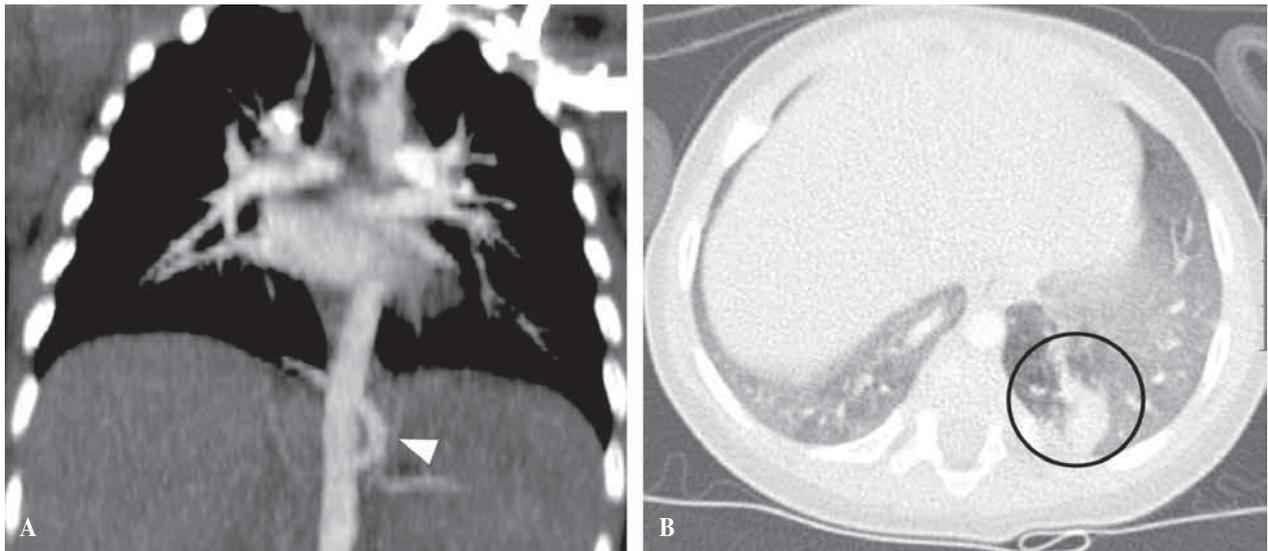


Figura 1. A) AngioTC que muestra un vaso anómalo con origen en la pared lateral izquierda de la aorta abdominal (*flecha*). **B)** AngioTC donde observamos un área de enfisema en la base pulmonar derecha en relación al secuestro pulmonar derecho (*círculo*).

gía al complejo MAQ-secuestro izquierdo situado en la base pulmonar izquierda (Fig. 1B).

Ante la bilateralidad de las lesiones, a los 14 meses de vida se realizó un aortograma tóraco-abdominal que confirmó la existencia de ambas áreas pulmonares anómalas con irrigación arterial a partir de vasos arteriales infradiaphragmáticos (un vaso en el lado derecho y tres vasos en el izquierdo). Tras cateterización supraselectiva de los pedículos anómalos se embolizaron con Onyx® (ev3 Neurovascular, Irvine, CA) y “microcoils” dos de los pedículos izquierdos que presentaban una mayor fístula con la vena pulmonar; y con “plugs” vasculares Amplatzer® Onyx® (ev3 Neurovascular, Irvine, CA) y “microcoils” el resto de los vasos (el restante vaso izquierdo y el derecho).

En el control a los 4 meses mediante angioTC torácica con el objeto de valorar la lesión parenquimatosa asociada, se observó la persistencia del componente quístico del complejo malformativo MAQ-secuestro en LII, por lo que se realizó una lobectomía toracoscópica del lóbulo afecto. Como úni-

co hallazgo operatorio, destacar la presencia de adherencias importantes del lóbulo inferior izquierdo al diafragma que dificultaron la cirugía sin imposibilitarla. La evolución posterior tras la intervención del paciente fue satisfactoria, manteniéndose asintomático y con controles radiológicos correctos (seguimiento actual de 56 meses).

Caso 2

Niña con diagnóstico prenatal de secuestro pulmonar en el LII, confirmado postnatalmente mediante radiografía y ecografía torácica al mes de vida y sin repercusión hemodinámica ni respiratoria. Se realizó una angioTC torácica a los 13 meses de vida donde se observó una lesión en hemitórax izquierdo, con circulación aferente proveniente de una rama de la aorta descendente de 3,6 mm de diámetro; y con un retorno venoso dirigido a la vena pulmonar inferior izquierda (Figs. 1C, 1D).

Ante el rechazo familiar al tratamiento quirúrgico, a los 15 meses de vida se realizó la embolización de la rama aferente anómala con “microcoils”, “plugs” vasculares Amplatzer®

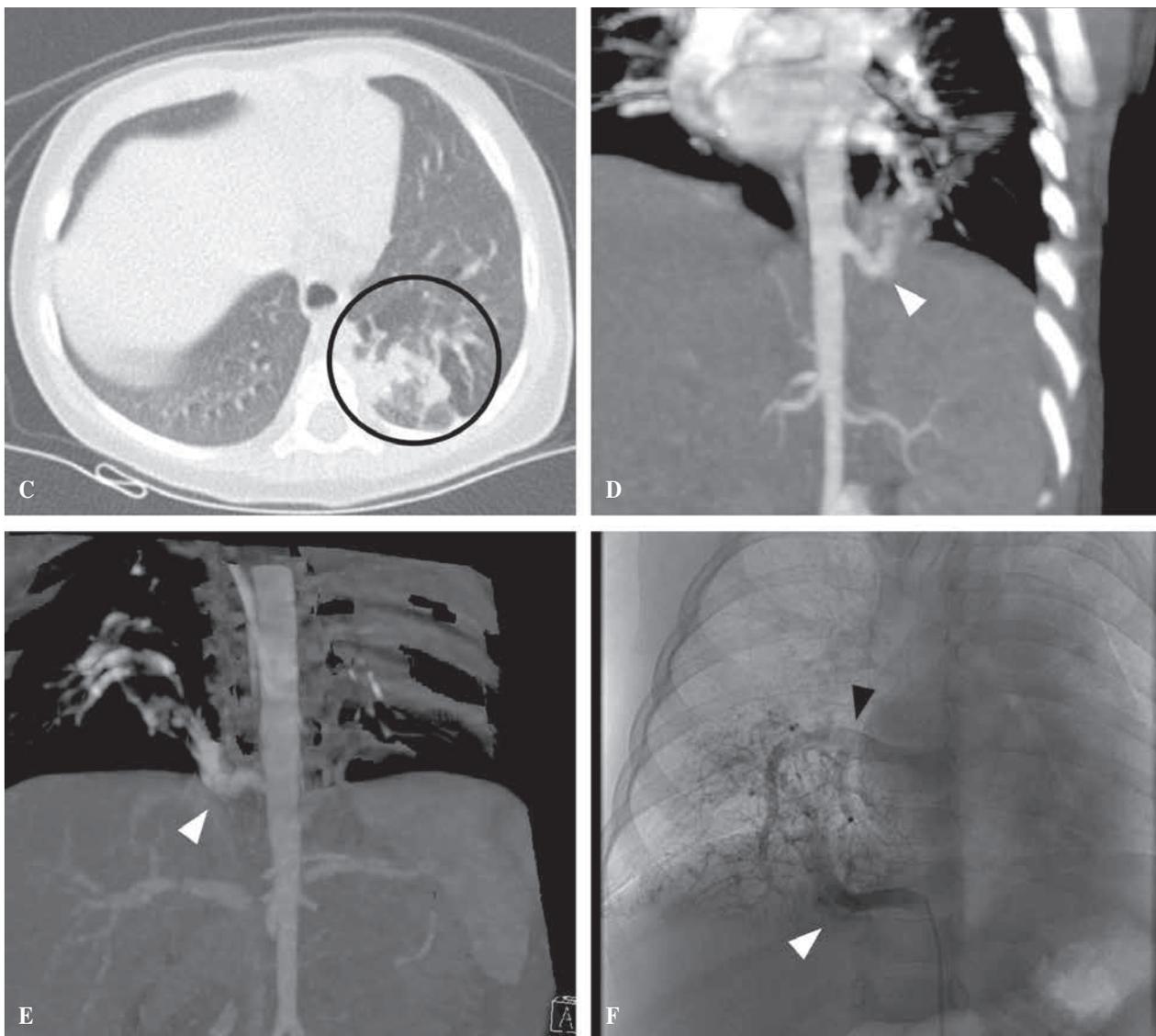


Figura 1. C y D) AngioTC torácica donde se observa una lesión en hemitórax izquierdo (*círculo*) con circulación aferente proveniente de la aorta descendente con 3,6 mm de diámetro (*flecha*); y un retorno venoso, dirigido hacia la vena pulmonar inferior izquierda. **E)** AngioTC torácica que constata una lesión parenquimatosa situada en el LID compatible con un SI, con una rama procedente de la aorta abdominal (*flecha*) que la irriga y un drenaje venoso hacia las venas pulmonares derechas. **F)** Estudio selectivo de la arteria aberrante que confirma la presencia de un pedículo arterial único originado en la aorta infradiafragmática que ramifica en múltiples vasos aferentes (*flecha blanca*), así como un drenaje venoso hacia las venas pulmonares derechas (*flecha negra*).

(AVPs) y Onyx® (ev3 Neurovascular, Irvine, CA), de manera satisfactoria. En los controles realizados posteriormente mediante radiografías simples y ecografía no se observaron complicaciones clínicas ni radiológicas, con un seguimiento actual de 18 meses.

Caso 3

Niña con diagnóstico prenatal de lesión pulmonar, que se confirmó postnatalmente mediante angioTC torácica a los 3 meses de vida, constatando una lesión parenquimatosa situada en el LID compatible con un SI con una rama aferente procedente de la aorta abdominal de 4,3 mm de calibre

y un drenaje venoso a las venas pulmonares (Fig. 1E), sin repercusión clínica. A los 12 meses de vida se realizó un aortograma tóraco-abdominal con un estudio selectivo de la arteria aberrante que confirmó la presencia de un pedículo arterial único de gran calibre originado en la aorta infradiafragmática que se ramificaba en múltiples vasos aferentes, así como un drenaje venoso hacia las venas pulmonares derechas (Fig. 1F). Tras cateterización selectiva del pedículo arterial se constató la existencia de una fístula de alto débito, optando por la embolización con “*plugs*” vasculares Amplatzer® de 6 mm a nivel distal e “*hydrocoils*” y “*plugs*” vasculares Amplatzer® de 8 mm a nivel proximal. El procedi-

Tabla II. Correlación entre los hallazgos descritos en la angioTC y el aortograma realizado durante el procedimiento endovascular.

Caso	AngioTC		Procedimiento endovascular	
	Número de vasos	Diámetro máximo (mm)	Número de vasos	Diámetro máximo (mm)
1	2	Rama derecha: 5 Rama izquierda: 4	4 (una rama derecha, tres ramas izquierdas)	Rama derecha: 5 Ramas izquierdas: 5
2	1	3,6	1	7,4
3	1	4	1 con múltiples ramificaciones	4,32

miento transcurrió sin incidencias, presentando únicamente en el postoperatorio febrícula autolimitada y molestias leves controladas con analgesia convencional. En los sucesivos controles clínicos y radiológicos no se objetivaron complicaciones, con un seguimiento de 24 meses.

Todos los casos de nuestra serie fueron diagnosticados mediante estudios ecográficos prenatales, que evidenciaban la presencia de imágenes intrapulmonares homogéneas y bien definidas con irrigación anómala desde una arteria sistémica. Estos hallazgos fueron confirmados postnatalmente mediante angioTC. En nuestra serie la correlación entre el tamaño y el número de vasos diagnosticados mediante la angioTC y los finalmente visualizados en el procedimiento endovascular se encuentra reflejada en la Tabla II.

Tras el procedimiento ninguno de los pacientes presentó complicaciones inmediatas, pudiendo ser dados de alta a domicilio durante las primeras 48 horas tras la embolización. En los controles sucesivos realizados mediante ecografías, radiografías simples (Fig. 2) y TC torácica, con unos seguimientos de 18, 24 y 56 meses, no se han observado síntomas clínicos, complicaciones ni repermeabilización de los vasos, hasta la fecha.

DISCUSIÓN

Los secuestros pulmonares, aunque infrecuentes, pueden producir infecciones de repetición con la consiguiente destrucción del parénquima pulmonar, y en los casos más graves, hemoptisis o hemorragias pulmonares, e incluso hipertensión pulmonar e insuficiencia cardíaca congestiva severa por shunt izquierda derecha que podría conducir a un fallo cardíaco^(4,6-8). Por este motivo es importante realizar un diagnóstico y tratamiento precoz, en caso de repercusión hemodinámica grave, de estas malformaciones congénitas.

El diagnóstico prenatal puede realizarse mediante ecografías o resonancia magnética fetal^(4,8-11). Postnatalmente el diagnóstico debe confirmarse en todos los casos pese a la normalidad de la radiografía simple, siendo generalmente la técnica de elección la angioTC^(3,4,7,11,12). En nuestro centro, si el paciente no presenta repercusión hemodinámica, solemos retrasar su realización hasta los 6 meses de vida. Esta técnica permite demostrar la irrigación arterial sistémica, así como la anatomía pulmonar y características de la lesión, ayudando a

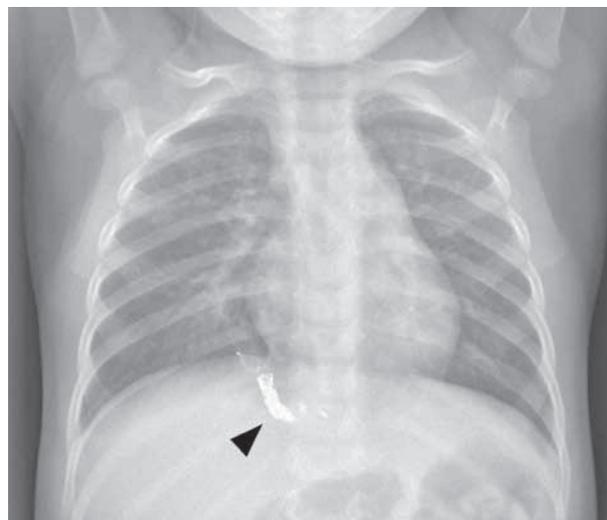


Figura 2. Radiografía de tórax de control a los 6 meses del procedimiento. Se observa pedículo arterial originado en la aorta infradiafragmática embolizado con material radioopaco ("plugs" vasculares Amplatzer® (AVPs) e "hydrocoils") - (flecha) y ausencia de imágenes sugestivas de complicaciones.

la planificación del tratamiento. Aun siendo la técnica de elección para el diagnóstico, presenta una serie de limitaciones. Se trata de una técnica que puede precisar sedación si se realiza en pacientes pediátricos y que implica radiación ionizante y administración de contraste endovenoso. Por otro lado, no siempre detecta todos los vasos que irrigan la lesión y puede infravalorar el tamaño de los mismos^(3,11). En nuestra serie la angioTC diagnosticó correctamente las lesiones pulmonares. Respecto al número de vasos, únicamente en un caso no fueron diagnosticadas todas las ramas aferentes.

El tratamiento de elección de los SI es la resección de la lesión o del lóbulo pulmonar afecto mediante toracotomía o toracoscopia, con la exéresis consecuente de parénquima pulmonar no patológico que conlleva el realizar una segmentectomía o lobectomía pulmonar^(2,4,6-8,13,14). Hay autores que defienden un tratamiento quirúrgico precoz por el riesgo de infección y la asociación de otras anomalías; otros sin embargo no recomiendan la cirugía en pacientes asintomáticos, existiendo una importante controversia al respecto^(2,6,7). El grupo de Yue y cols. proponen como primera opción tera-

péutica la embolización, reservando la intervención quirúrgica únicamente para pacientes con patología cardíaca asociada, y una actitud conservadora en el caso de imposibilidad para la embolización o intervención quirúrgica⁽³⁾.

Una de las indicaciones actuales más claras de la embolización es la del recién nacido con secuestro pulmonar de gran calibre e inestabilidad hemodinámica grave, permitiendo estabilizar al paciente crítico antes de realizar la resección quirúrgica⁽⁶⁾.

Brown y cols. realizaron un estudio retrospectivo de los pacientes con SI tratados mediante intervención quirúrgica y embolización. En ambos grupos el tratamiento fue efectivo, y no observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las complicaciones. El síntoma principal al diagnóstico de los pacientes intervenidos quirúrgicamente fue la neumonía de repetición; mientras que en el caso de los pacientes embolizados fueron los síntomas cardiológicos. Por lo tanto, establecen el tratamiento en base a los síntomas en el momento del diagnóstico: en las neumonías de repetición se les realizó la exéresis de la lesión; y aquellos con alteraciones hemodinámicas, cierre del “*shunt*” mediante embolización⁽⁶⁾.

En el niño estable, la elección entre un manejo conservador, la embolización o una intervención quirúrgica, requiere de forma imprescindible respetar la opinión de la familia del paciente, en una patología en la que existen importantes discrepancias en cuanto a su tratamiento óptimo, e incluso, respecto a la necesidad de tratar. Por ello, debemos valorar los casos de manera individualizada, de acuerdo a las características de base del paciente y de la lesión, ponderando el riesgo-beneficio que supone la cirugía frente a las complicaciones derivadas de la embolización de los vasos aberrantes en pacientes asintomáticos o con SI bilaterales. Igualmente, la concomitancia de una lesión pulmonar tipo MAQ debería inclinar la balanza hacia la resección quirúrgica.

Parte de los beneficios de la embolización incluirían, al tratarse de un tratamiento menos invasivo que la intervención quirúrgica, limitar los riesgos operatorios y las complicaciones postoperatorias (sangrado, fuga aérea, etc.), reducir el tiempo de hospitalización, no dejar cicatriz o evitar la aparición de la escoliosis y *pectus excavatum* asociados a las toracotomías^(4-7,14). Se han descrito incluso involuciones totales de las lesiones parenquimatosas tras la embolización⁽⁷⁾.

A pesar de ser una técnica prometedora, no está exenta de complicaciones. Estas incluyen, desde las más leves como dolor, fiebre, derrame pleural, isquemia transitoria de la extremidad inferior, a la posibilidad de una involución parcial de la malformación adenomatoidea quística, no se tiene una muestra anatómica patológica y existe la posibilidad de reperfusión^(4,5). Se han descrito también casos de reperfusión o embolización incompleta. En estos casos, se podría realizar una segunda embolización o la exéresis quirúrgica del SI^(5,7). Chien y cols. describen en su casuística 6 pacientes tratados mediante embolización, con un éxito en el primer intento en cuatro de ellos. Los dos

restantes fueron reembolizados una segunda vez con éxito⁽⁷⁾. En nuestra serie, con un seguimiento de 18, 24 y 56 meses, ningún caso ha presentado una reperfusión de los vasos aferentes, y el único caso que requirió intervención quirúrgica por una lesión quística residual pudo ser intervenido mediante toracoscopia.

La complicación más grave constituye la posibilidad de migración del material de embolización, un hecho excepcional en la literatura pero descrito por algunos autores^(15,16). Sin embargo, la mayoría de estos casos corresponden a embolizaciones realizadas mediante la colocación exclusiva de dispositivos Amplatzer®, los cuales, al crecer el paciente, podrían migrar. En nuestro centro, para prevenir esta eventualidad, los Amplatzer® se colocan combinadamente con otros materiales (microcoils, etc.) que impiden su movilización.

En conclusión, con los nuevos materiales endovasculares disponibles, la embolización de los vasos sistémicos en los secuestros pulmonares es una opción terapéutica factible y un recurso a tener en cuenta en casos seleccionados de pacientes con SI. Entre sus ventajas, permite conservar parénquima pulmonar, evita la morbilidad asociada a la intervención quirúrgica y, en caso de lesión parenquimatosa pulmonar coexistente que persiste tras la embolización, o en caso de fallo del tratamiento endovascular, no impide la exéresis quirúrgica posterior incluso mediante técnicas mínimamente invasivas. Aun así, es preciso un mayor seguimiento para determinar la efectividad y posibles complicaciones a largo plazo de los pacientes tratados mediante esta técnica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Feijó Andrade C, Paiva da Costa H, Bueno Fischer G. Review Article. J Bras Pneumol. 2011; 37: 1-9.
2. Corbett HJ, Humphrey GME. Pulmonary sequestration. Paediatr Respir Rev. 2004; 5: 59-68.
3. Yue S-W, Guo H, Zhang Y-G, Gao J-B, Ma X-X, Ding P-X. The clinical value of computer tomographic angiography for the diagnosis and therapeutic planning of patients with pulmonary sequestration. Eur J Cardiothorac Surg. 2013; 43: 946-51.
4. Álvarez A, Cleveland C, Green K, Sanhueza E, Silva J. Embolización transcáteter con dispositivo, una promisoriosa opción en el tratamiento del secuestro pulmonar. Casos clínicos. Rev Chil Pediatr. 2014; 85: 197-202.
5. Ahn SJ, Kim EY, Kim JH, Byun SS, Kim HS, Choi H, et al. Successful endovascular treatment of bilateral intralobar pulmonary sequestration with a bridging isthmus in a child. Pediatr Pulmonol. 2014; 49: 126-9.
6. Brown SC, Med M, Laat MDE, Proesmans M. Treatment strategies for pulmonary sequestration in childhood: resection, embolization, observation? Acta Cardiol. 2012; 67: 629-34.
7. Chien K-J, Huang T-C, Lin C-C, Lee C-L, Hsieh K-S, Weng K-P. Early and late outcomes of coil embolization of pulmonary sequestration in children. Circ J. 2009; 73: 938-42.
8. Cho MJ, Kim DY, Kim SC, Kim KS, Kim EAR, Lee BS. Embolization versus surgical resection of pulmonary sequestration: Clinical

- experiences with a thoracoscopic approach. *J Pediatr Surg.* 2012; 47: 2228-33.
9. Shanmugam G, MacArthur K, Pollock JC. Congenital lung malformations - Antenatal and postnatal evaluation and management. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 2005; 27: 45-52.
 10. Becmeur F, Horta Geraud P, Donato L, Sauvage P. Pulmonary Sequestrations: Treatment. *J Pediatr Surg.* 1998; 33: 492-6.
 11. Büyükoğlu H, Mavili E, Tutar N, Kanbay A, Bilgin M, Oymak FS, et al. Evaluation of diagnostic accuracy of computed tomography to assess the angioarchitecture of pulmonary sequestration. *Tuberk Toraks.* 2011; 59: 242-7.
 12. Muller NL. Computed tomography and magnetic resonance imaging: past, present and future. *Eur Respir J.* 2002; 19: 3-12.
 13. Yeh C-N, Wang J-N, Tsai Y-C, Yao C-T, Lin C-S, Wu J-M. Coil embolization of pulmonary sequestration in two infants--A safe alternative management. *Acta Paediatr Taiwanica.* 2017; 47: 88-91.
 14. Marine LM, Valdes FE, Mertens RM, Bergoeing MR, Kramer A. Endovascular treatment of symptomatic pulmonary sequestration. *Ann Vasc Surg.* 2011; 25: 696.e11-15.
 15. Kim H-H, Yi G-J, Song S-W. Late migration of amplatzer septal occluder device to the descending thoracic aorta. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017; 50: 47-9.
 16. Tang L, Zhou S, Shen X. Severe Spinal cord ischemic injury secondary to device embolization after transcatheter closure of a patent arterial duct. *Texas Hear Inst J.* 2014; 41: 83-6.