



Embolización transcatóter

Transcatheter Embolization



María Antonieta Londoño¹
Alejandra Duarte Vallejo¹
Luis Fernando Aleán Argueta²
Jorge Ricardo Uribe³
Alejandro Romero Jaramillo⁴



Palabras clave (DeCS)

Embolización arterial,
embolización, técnica
de embolización,
terapia de embolización
Embolización terapéutica
Catéteres
Angiografía



Key words (MeSH)

Embolization, therapeutic
Catheters
Angiography



¹Radióloga. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

²Residente de Radiología, Unidad de Radiología Vascular e Intervencionista, Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

³Radiólogo vascular e intervencionista, Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

⁴Radiólogo vascular e intervencionista, Director Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas Hospital Universitario San Ignacio, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Resumen

Emboloterapia, embolización o embolización transcatóter son nombres que actualmente se le asignan al mismo procedimiento, conocido desde comienzos del siglo XX, que tomó fuerza y se difundió desde principios de 1970 cuando se impulsó su aplicación por medio de catéteres. Desde entonces, la evolución de las técnicas y el continuo desarrollo de materiales han convertido esta terapia en una herramienta de utilidad excepcional en el control de la hemorragia y el tratamiento de diferentes neoplasias.

Summary

Embolotherapy, embolization or transcatheter embolization are names that today are assigned for the same procedure, known since the early twentieth century and that took force spreading from the beginning of the 1970s when its application was promoted through catheters. Since then the evolution of techniques and the continuous development of materials have made this technique an exceptional tool in the control of hemorrhage and treatment of different neoplasms.

Introducción

Embolización significa: “obliteración de un vaso mediante la introducción en el torrente sanguíneo de un agente oclusivo (cuerpo extraño, tejido biológico, líquido esclerosante, etc.), que produce la interrupción deliberada del flujo vascular, mecánicamente o mediante la producción de una intensa reacción inflamatoria de la pared del vaso”. Tiene múltiples aplicaciones, como el tratamiento de hemorragias activas y, en muchas ocasiones, la embolización es el procedimiento que salva la vida del paciente; se utiliza como tratamiento en diferentes entidades, como malformaciones vasculares, tratamiento paliativo o terapéutico de neoplasias, redistribución de flujo sanguíneo preoperatorio; como procedimiento asociado a cirugía devascularizando la zona para disminuir el sangrado intraoperatorio (embolización prequirúrgica), coadyuvante de múltiples terapias (embolización portal), ablación de trasplantes y reestadificación tumoral, entre otros. La embolización es una herramienta terapéutica en continua evolución, vigente y futurista, que aporta importante ayuda en el ejercicio de la medicina de hoy y permite interactuar y trabajar en equipo entre, prácticamente, todas las especialidades.

El propósito de la embolización es ocluir el vaso o territorio de interés tan selectivamente como sea posible. Minimizar los daños colaterales a estructuras adyacentes que no son el blanco del tratamiento, mediante la liberación de agentes oclusivos líquidos o sólidos, para obstruir arterias o venas en forma temporal o permanente. Se usa tanto en urgencias, como en procedimientos electivos (1,2).

La embolización requiere un detallado conocimiento de la anatomía vascular, sus indicaciones, contraindicaciones, cuidadosa selección de materiales y equipos de radiología. La experiencia ha demostrado que se debe realizar, en todos los casos, por radiólogos intervencionistas debidamente entrenados, dado el potencial de efectos secundarios y daños colaterales que implica un procedimiento si no se ejecuta correctamente.

Reseña histórica

Desde principios del siglo XX se han empleado diversos materiales en embolización vascular (tabla 1) (3).

Tabla 1. Agentes de embolización utilizados a lo largo de la historia

Año	Autor/Compañía	Material/avances
1904	Dawbain, Lussenhop y Spence	Parafina
1930	Brooks	Músculo
1930	Bungenberg de Jong y colaboradores	Iniciaron estudios de atrapamiento de sustancias dentro de coacervados (base de las microesferas).
1950	Barrett K. Green	Desarrollaron la microencapsulación que utiliza el proceso de separación de fases-coacervación (base de las microesferas).
1950-1960	Sidney Fox	Describió las protocélulas, posteriormente denominadas microesferas.
1960	Lussenhop	Metilmetacrilato
1972	Rösch, Dotter, Brown	Coágulo autólogo
1972	Zanetti, Sherman	Acrilatos
1974	Carey, Grace	Spongostan® /Gelfoam®
1974	Serbinenko	Balones desprendibles
1974, 1997+, 2000*	Portzman	PAV: Polivinilalcohol
1975	Gianturco	Espirales metálicas
1981	Ellman	Alcohol
1982	Amplatz	Medio de contraste caliente
1990, 1997*	Alexander Laurent, en el Hospital Lariboisière, París	Microesferas de gelatina Embosphere Trisacryl gelatin microspheres (GMS) (Embosphere®)
1990, 2003+, 2004* 2004+ 2006*	Shinichi Hori y colaboradores, en la Universidad de Osaka, Japón. Biocompatibles Contour SE, Boston Scientific. Merit Medical Biocompatibles	Microesferas compuestas de PVA (Perlas DC® en Europa, y perlas LC® en Estados Unidos) o Microesferas de polímero superabsorbente (SAP) (HepaSpheres® en Europa o QuadraSpheres® en Estados Unidos). Microesferas o perlas liberadoras de medicamentos (DEB). Microesferas compuestas de PVA y modificadas al adicionarles un grupo de ácido sulfónico (negativo) por lo cual pueden ser cargadas con doxorubicina (DEBDOX) e irinotecán (DEBIRI) que son agentes quimioterapéuticos con carga positiva.
2001	Amplatz	Tapones vasculares Amplatzer®
2002*	Sirtex Medical Limited	Microesferas cargables con itrio-90 SIR-Spheres®
2007*	Celonova Biosciences, San Antonio, Texas, Estados Unidos	Microesferas recubiertas de poli-metacrilato de metilo (Embozene®) o de polifosfaceno (Polyzene-F)
2007*	Covidien	Onyx®

*Fecha de aprobación por la FDA (Food and Drugs Administration), Estados Unidos.

+ Fecha de aprobación en Europa.

Materiales

Existen numerosos catéteres y agentes embolizantes para acceder al área de interés y realizar el procedimiento. El conocimiento para escoger adecuadamente cuándo y cómo se usan los diferentes elementos es crucial para el éxito del procedimiento y para evitar complicaciones.

Antes de aplicar cualquier agente embolizante es obligatorio obtener una posición estable y segura, que garantice la liberación correcta de los agentes y contribuya a evitar su migración. Esto se consigue aproximándose al lugar de liberación con dispositivos específicos, cuya función es navegar por los vasos hasta llegar al punto de interés: los catéteres, microcatéteres, guías y microguías.

Catéteres

Para cada intervención se debe elegir el catéter que ofrezca la mejor aproximación al punto de liberación y proporcione suficiente estabilidad y seguridad para embolizar. Debe avanzar libremente y navegar con fluidez.

Microcatéteres

Existen múltiples disponibles, su elección depende de la anatomía, tortuosidad de los vasos, dificultad para la cateterización, de las preferencias del profesional y, en ocasiones, de algunos otros aspectos que deben considerarse, como los costos, la disponibilidad en el medio, entre otros.

Algunas características que se deben tener en cuenta

La longitud del catéter es importante para garantizar el acceso al área de interés, a su vez la guía debe permitir el avance seguro de los materiales y el intercambio de estos según la necesidad del procedimiento. La luz interna debe ser suficiente para permitir el paso de las guías y microcatéteres e igualmente de los materiales de embolización; sin embargo, no debe ser excesiva porque favorece complicaciones. Existen catéteres cuya configuración facilita el acceso en forma selectiva. Pueden moldearse según sea el caso, esta elección puede marcar la diferencia entre lograr o no el éxito del procedimiento (4-6).

Agentes embolizantes

La elección del material de embolización depende de factores clínicos, anatómicos y del flujo local en la zona que se va a tratar. Siempre se deben evaluar los riesgos y beneficios de esta terapia, el diámetro y longitud del sector que se va a ocluir, el tiempo requerido de oclusión, la circulación colateral de la zona, entre otras. Siempre se debe conocer el efecto esperado del tratamiento, para ajustar la embolización y lograr la consecución del objetivo.

La embolización es una opción terapéutica actual, que requiere conocer la anatomía normal y particular de cada paciente, y del proceso fisiopatológico que se espera del tratamiento con el fin de hacer blanco en el objetivo sin afectar las estructuras adyacentes ni otros tejidos distantes, por lo que se debe planificar cuidadosamente el procedimiento, los materiales y el agente embolizante (7,8).

Basta mirar las complicaciones potenciales de la embolización para convencerse de la importancia de todo lo anterior, por lo que se insiste que debe ser realizada por radiólogos intervencionistas debidamente entrenados en unidades, con la curva de aprendizaje pertinente.

Entre los factores para planificar una embolización y escoger los materiales conviene revisar previamente:

1. ¿Cuál es la vía de abordaje idónea para llegar al área de interés?
No siempre la más corta es la mejor.
2. ¿Qué alternativas hay?, en caso de que la anatomía en el momento del procedimiento por la vía escogida sea desfavorable e impida llegar al blanco.
3. ¿Qué territorio irriga el vaso que se va a ocluir? Extensión e importancia del mismo. ¿Es circulación terminal?
4. ¿Cuál es el calibre del vaso que va a ser embolizado?
5. ¿Cuál es la longitud del segmento vascular a ocluir?
6. Si el tejido irrigado por el vaso debe permanecer viable luego de la embolización. Posibilidades de isquemia o infarto.
7. ¿Cuál es el flujo de la zona de interés y sus colaterales?
8. Tiempo que se requiere mantener el vaso ocluido.
9. Propósito de la embolización: Hemostática, preoperatoria, etc.
 - » La oclusión de un vaso proximal es útil cuando una sola aferencia irriga el área de interés, cuando se requiere resultado rápido o se desean preservar colaterales distales. Pueden usarse espirales metálicas o tapones de oclusión, para preservar la viabilidad del tejido.
 - » La oclusión distal tiene un mayor riesgo de infarto tisular (9).

Los materiales para embolizar que se emplean con mayor frecuencia son:

Gelfoam® (Pfizer)

Agente embolizante reabsorbible, muy difundido y versátil. Fue usado por primera vez en 1945 con fines hemostáticos en cirugías; con fines endovasculares, en 1964, para ocluir una fístula carótida cavernosa, con éxito. Es una esponja hemostática de gelatina de origen animal, que se procesa en bloques, en láminas o en polvo por fricción, que una vez empleada se reabsorbe luego de días o semanas (entre 15 a 17 días en promedio) (10-12).

Se utiliza en láminas, cuñas, trozos, polvo, o macerado, también llamado pasta, papilla, fabricado en el momento de su uso, por fragmentación y mezcla de las láminas o bloques de esponja. Estas diversas formas se inyectan a través de un catéter, para liberarlas en el torrente sanguíneo y conformar el émbolo.

Este material causa oclusión vascular por obstrucción mecánica, es decir, acelera el desarrollo y provee soporte estructural para el trombo aunque, por sí mismo, no tiene acción hemostática (13). También se utiliza en casos de pacientes con cirugías programadas dentro de las 48 horas siguientes a la aplicación del mismo; además, se ha descrito su uso y adecuado desempeño en la embolización de miomas uterinos, en el tratamiento de la hemorragia de vías digestivas, y en el tracto que queda luego del retiro de un catéter de derivación biliar, entre otros (14-16).

Los vasos embolizados con Spongostan® generalmente se recanalizan en un lapso de 3 semanas a 3 meses (5), lo cual permite una embolización conservadora.

El uso de este agente embolizante conlleva también algunos riesgos, dentro de los cuales se encuentran primero las infecciones: las burbujas que contiene pueden albergar microorganismos anaerobios (17,18) y, segundo, el riesgo importante de isquemia (19,20), generalmente relacionada con embolización selectiva en especial cuando las partículas cortadas son pequeñas.

Espirales metálicas

Ampliamente conocidas por su nombre en inglés, *coils*, tienen múltiples aplicaciones en pacientes pediátricos (21) y en adultos, con numerosas indicaciones, como el manejo de aneurismas (22), y la hemostasia, entre otras. En términos generales, son el material de embolización de elección para la oclusión de vasos de mediano y gran calibre (23).

Existen diferentes tipos, entre otros los de liberación controlada, que son recuperables y pueden reacomodarse. Se fabrican con acero inoxidable, con platino o con otras aleaciones. Actúan mecánicamente, como ocluidores permanentes, que inducen trombosis local aunque algunos llevan en su construcción elementos trombogénicos, como fibras de poliéster, dacrón o seda, que promueven la agregación plaquetaria y la trombosis. Están disponibles en una variedad de tamaños, longitudes y formas.

Las espirales metálicas tienen el inconveniente de dificultar el seguimiento de las lesiones embolizadas ya que producen artefactos metálicos que disminuyen la calidad de imagen en escanografía, por

lo que se sugiere hacer seguimiento de los pacientes con estos elementos mediante ecografía, resonancia magnética o medicina nuclear (24-26). Algunas espirales metálicas son fabricadas con platino y nitinol que las hacen seguras en resonancia magnética (27,28).

Coágulo autólogo

Poco usado actualmente, solo en casos en que se desee oclusión temporal por horas o días, ya que se produce lisis rápidamente. Fue el primer agente embólico sólido utilizado y hoy se conserva su vigencia en algunas aplicaciones, como en la práctica de biopsias.

Partículas de PVA (polivinilalcohol)

Aprobadas para su uso en embolización en 1997, en Europa y en 2000, en Estados Unidos. Este agente de embolización particulado se inyecta a través de un catéter. Antiguamente no se disponía de una adecuada calibración en el tamaño de estas partículas y su comportamiento durante la embolización era incierto (29,30); sin embargo, hoy en día las hay disponibles en tamaños de 50 a 1.200 micras de diámetro y su adecuada elección es fundamental para lograr una embolización exitosa. Obstruyen físicamente los vasos, por lo que favorecen la formación de trombos, ya que permanecen en el cuerpo más tiempo, comparadas con el Gelfoam®; sin embargo, el trombo puede ser metabolizado antes de que la fibrosis ocurra, lo que resulta en una recanalización después de algunas semanas o meses (31,32).

Microesferas

Son agentes embólicos perfectamente redondos y ligeramente deformables, pueden comprimirse aproximadamente un 20 % de su diámetro; esto debe considerarse al elegir su tamaño. Tienen la ventaja de tener un tamaño uniforme, lo cual disminuye el riesgo de que esferas más pequeñas puedan terminar en vasos distales y causar complicaciones isquémicas. Su diámetro varía entre 50 y 1.200 micras. No son radiopacas, por lo cual deben mezclarse con medio de contraste (33).

Algunas microesferas pueden impregnarse con agentes o medicamentos citostáticos, para su uso en el manejo de quimioembolizaciones.

Polímeros

Los materiales embolizantes líquidos pueden inyectarse con catéter o microcatéter, fluyen a través de las estructuras vasculares y luego se solidifican para ocluir la luz. Son útiles especialmente en el tratamiento de malformaciones arteriovenosas y fístulas (34-36). Dentro de este grupo los más utilizados en la actualidad son el Onyx® y el n-butyl-cianoacrilato (NBCA).

» **Onyx®**: Ampliamente utilizado hoy en día. Es un agente líquido con baja capacidad adhesiva, que posee una polimerización lenta. Como inconveniente se encuentra su elevado costo. El Onyx® es un copolímero de alcohol-vinil-etileno (EVOH), contiene como solvente dimetil sulfoxida (DMSO) y polvo de tantalio. Está disponible en dos presentaciones según su viscosidad: Onyx® 18 y Onyx® 34. Dentro de sus características se encuentran que es un material controlable, que produce relleno completo, es cohesivo

y no adhesivo. Dentro de sus aplicaciones está el tratamiento de fístulas y malformaciones arteriovenosas cerebrales (37-39).

» **N-butyl-cianoacrilato (NBCA)**: Es uno de los principales agentes líquidos adhesivos usado principalmente en el tratamiento de malformaciones arteriovenosas de alto flujo, tumores altamente vasculares y malformaciones linfáticas. Aunque en principio era utilizado sin agentes radiopacos, en la actualidad se usa combinado con aceites como el Ethiodol® en una proporción de 1:4 (Ethiodol:NBCA). Debido a la viscosidad de este componente ocluye los vasos, y además genera un proceso inflamatorio agudo en la pared de estos que, posteriormente, progresa a crónico en aproximadamente cuatro semanas (40-42).

Agentes esclerosantes

Tetradecil sulfato de sodio

Al 1-3 %, es un líquido que induce trombosis, inflamación y obliteración del lumen vascular. Se usa para ocluir várices venosas superficiales en miembros inferiores, aunque también puede usarse en arterias. No debe usarse en lesiones con alto flujo, y en algunas situaciones puede hacerse la oclusión empleando conjuntamente un balón para evitar el reflujo.

Etanol absoluto

El alcohol al 95 % es un potente agente esclerosante, que produce trombosis intravascular, esclerosis de paredes de vasos sanguíneos o muerte de los tejidos perfundidos. El dolor asociado puede ser tan grave que muchos pacientes requieren anestesia general. La oclusión con balones es útil para permitir al alcohol actuar en el blanco durante varios minutos, evitar el reflujo de este y el paso a la vena, lo que produciría hipertensión pulmonar aguda y la muerte del paciente.

Indicaciones

Dentro de las indicaciones de embolización arterial hay varias categorías (tabla 2).

Tabla 2. Indicaciones de embolización

Indicaciones	Contraindicaciones
Prequirúrgico (controla el sangrado intraoperatorio). Trauma. Hemorragia aguda o recurrente (cualquier origen, neoplásico, iatrogénico, traumático, etc.). Oclusión de aneurismas malformaciones y fístulas arteriovenosas. Supresión de la vascularización de lesiones neoplásicas y no neoplásicas. Manejo paliativo de tumores.	Absolutas: Ninguna. Relativas: En casos donde la irrigación arterial sea a través de arteriolas terminales, con alto riesgo de isquemia y posible necrosis.

Fuente: Haskal, Martin, Cardella, et al. (2).

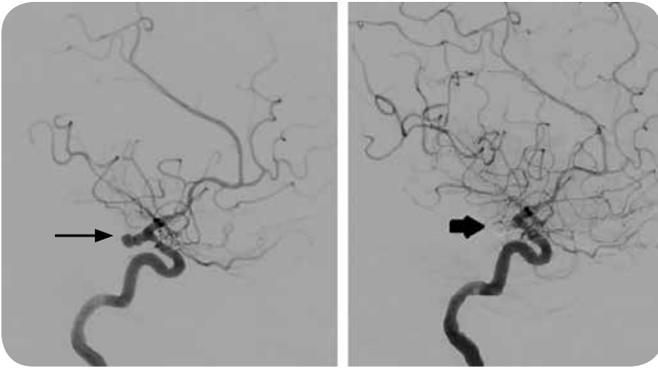


Figura 1. a) Aneurisma de tipo sacular en el nacimiento de la arteria comunicante posterior. b) Resultado postembolización con espirales metálicas Microsphere®, Hydroframe® e Hydrocoil®. Se demuestra la completa exclusión del aneurisma del torrente sanguíneo.

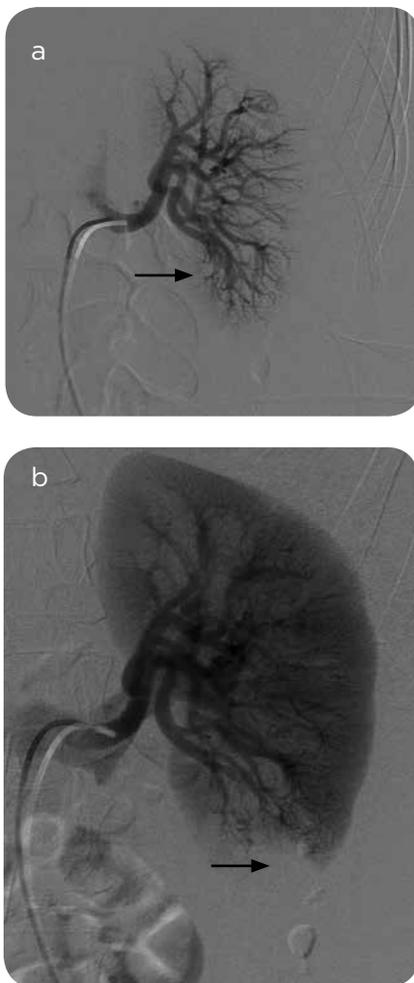


Figura 2. Sangrado y descompensación hemodinámica secundaria a biopsia renal en paciente con lupus eritematoso sistémico y trombocitopenia marcada. a) Mediante abordaje a través de la arteria femoral común izquierda se cateteriza el eje iliaco-femoral y la arteria renal izquierda. Las series diagnósticas muestran pseudoaneurisma en el polo inferior de este riñón (flecha). b) Luego de realizar cateterismo selectivo de las ramas secundarias y supraselectivo de la arteria afluyente del pseudoaneurisma, se emboliza con material reabsorbible (Spongostan®) para lograr hemostasia y aislamiento completo del pseudoaneurisma de la circulación (flecha).

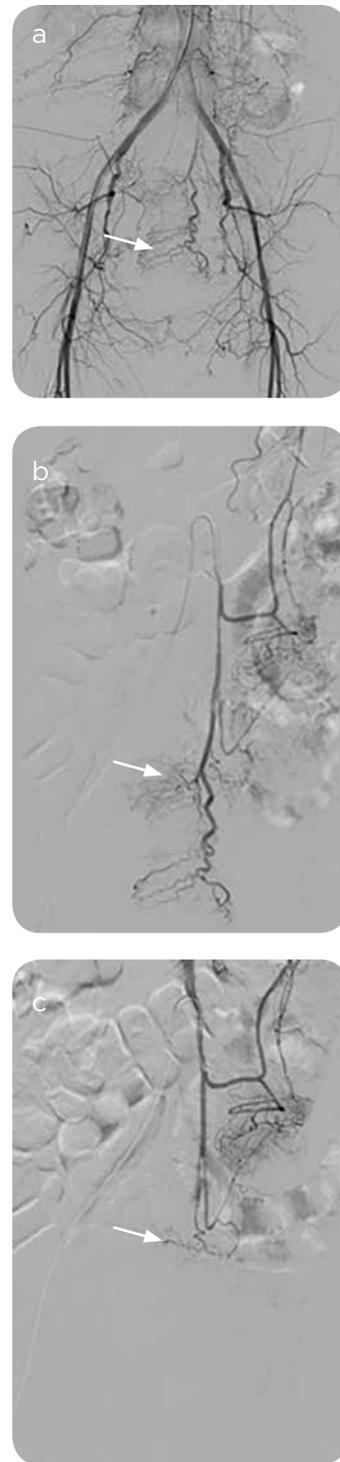


Figura 3. Paciente en la séptima década de la vida, con rectorragia de 1 año de evolución secundaria a neoplasia irreseccable de recto. a) Aortograma que muestra marcada vascularización en la pelvis (flecha). b) Se realiza cateterismo con inyección de medio de contraste no iónico, se observa zona de aumento del calibre de la porción terminal de la arteria mesentérica inferior con hiperemia localizada a la altura del recto (flecha). c) Se realizó embolización con partículas de polivinilalcohol, con resultado morfológico y funcional satisfactorio. El territorio embolizado se ocluyó de manera conservadora para evitar posibles áreas de isquemia o necrosis, motivo por el cual no se utilizaron otros materiales en esta embolización.

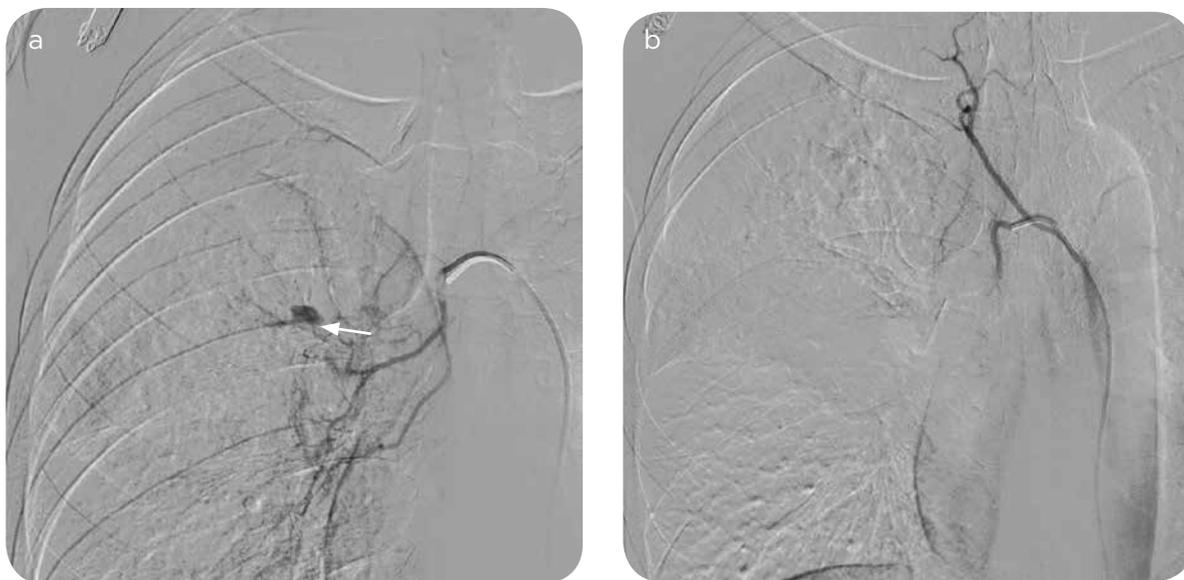


Figura 4. Paciente con hemoptisis masiva. a) Arteriografía bronquial que demuestra sitio de sangrado activo (flecha) a través de la arteria para el segmento anterior del lóbulo superior derecho, la cual se emboliza con partículas de alcohol-polivinilo. b) Control postembolización que demuestra oclusión completa del vaso involucrado.

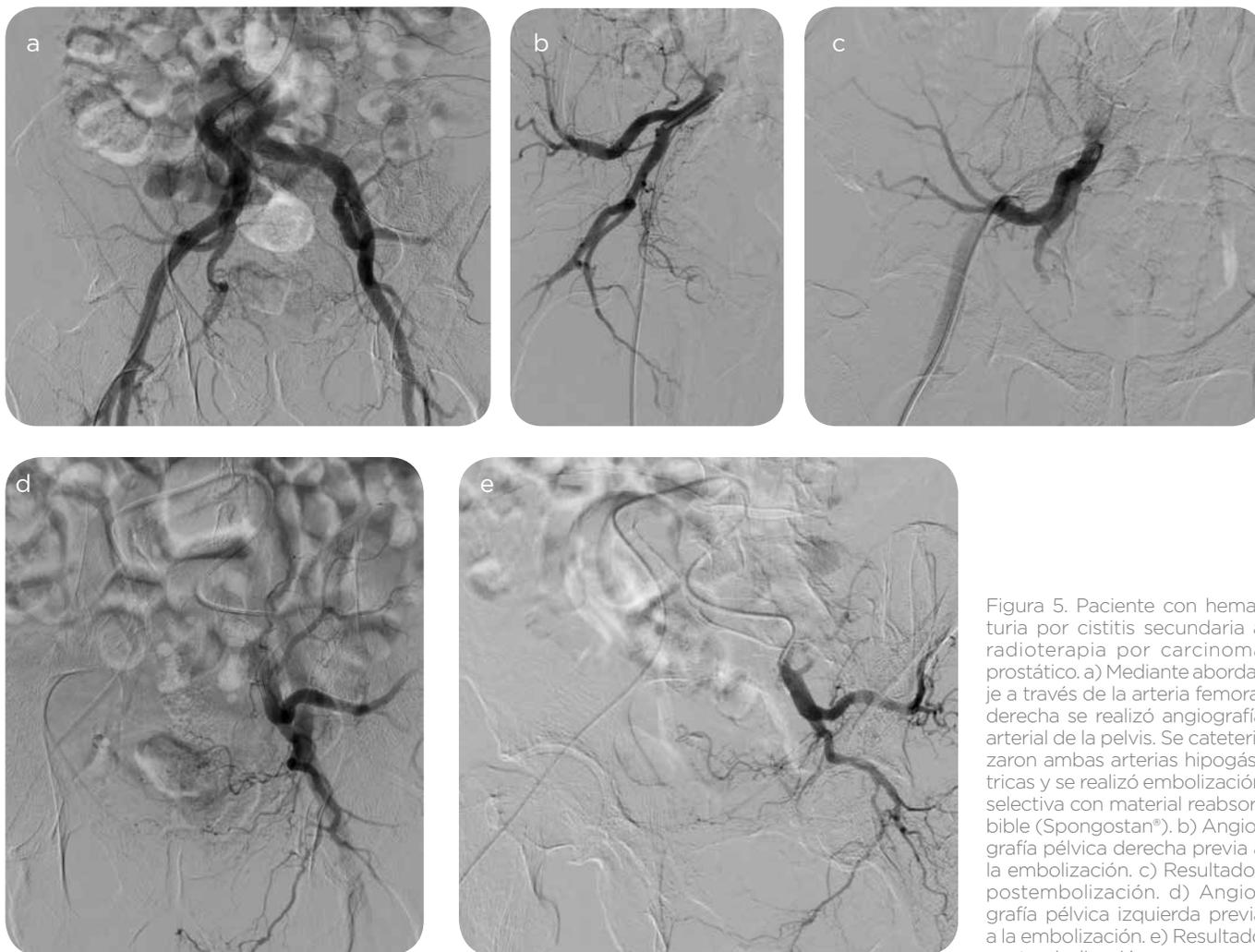


Figura 5. Paciente con hematuria por cistitis secundaria a radioterapia por carcinoma prostático. a) Mediante abordaje a través de la arteria femoral derecha se realizó angiografía arterial de la pelvis. Se cateterizaron ambas arterias hipogástricas y se realizó embolización selectiva con material reabsorbible (Spongostan®). b) Angiografía pélvica derecha previa a la embolización. c) Resultados postembolización. d) Angiografía pélvica izquierda previa a la embolización. e) Resultado postembolización.

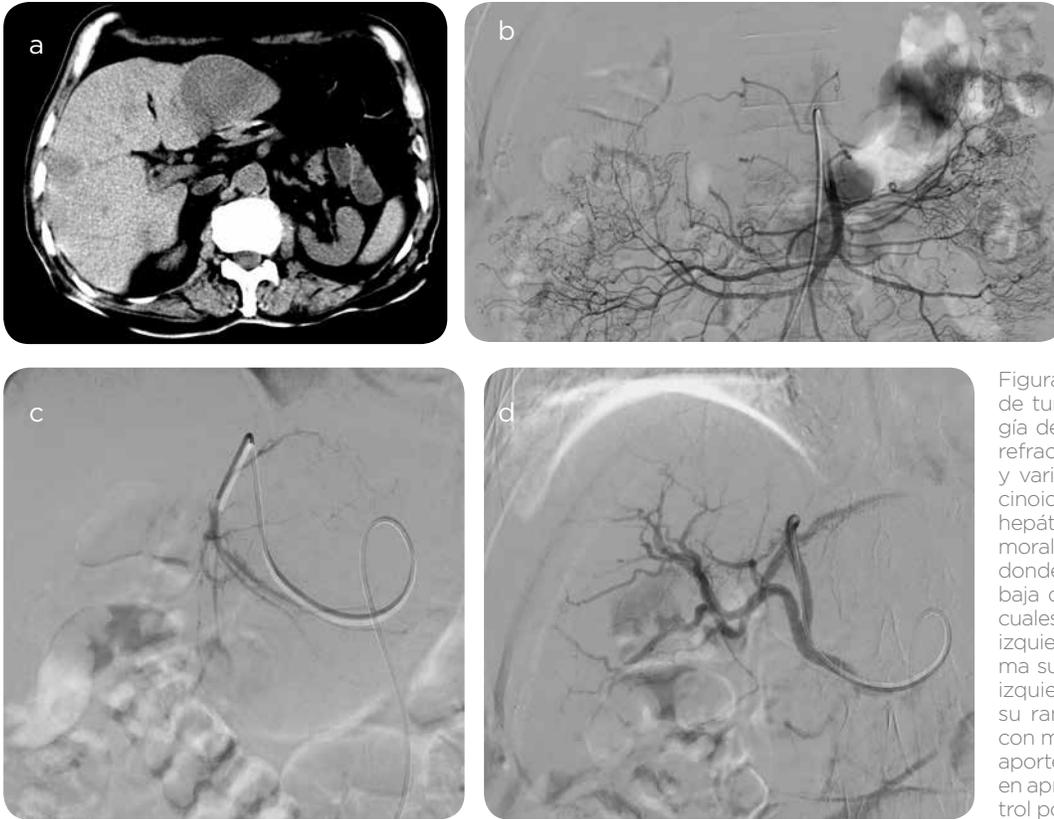


Figura 6. Paciente con antecedente de tumor neuroendocrino de etiología desconocida desde hace 3 años, refractario a múltiples tratamientos y varios episodios de síndrome carcinoide; se le practica embolización hepática para disminuir la carga tumoral. a) Escanografía de abdomen donde se evidencian dos lesiones de baja densidad, la más grande de las cuales se localiza en el lóbulo hepático izquierdo. b y c) Se cateteriza en forma supraselectiva la arteria hepática izquierda y se localiza el catéter en su rama descendente, se emboliza con micropartículas, disminuyendo el aporte vascular de esa masa tumoral en aproximadamente el 50 %. d) Control postembolización.

Figura 7. Paciente de 80 años de edad, con tumor renal de células claras y gran masa metastásica hipervascularizada en la pelvis que le ocasiona dolor severo. a) Por abordaje femoral derecho se realiza aortograma que muestra gran lesión tumoral hipervascularizada. b) Mediante cateterización selectiva y supraselectiva se realiza embolización de la lesión tumoral en la pelvis con micropartículas. c) Control postratamiento.

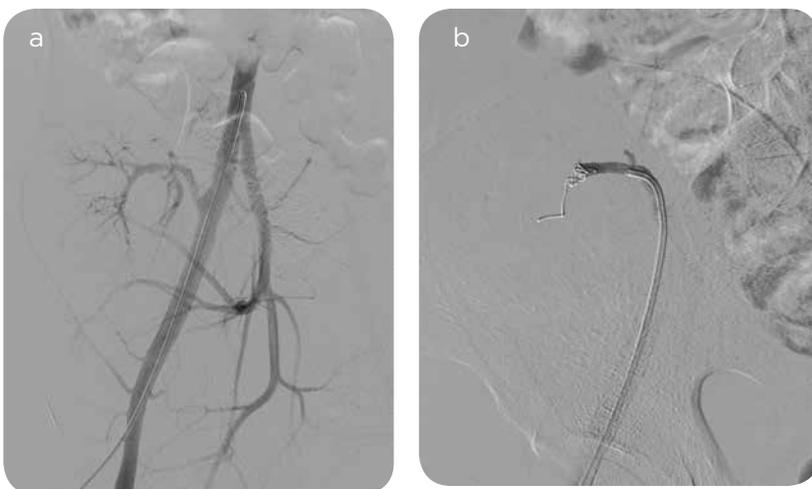
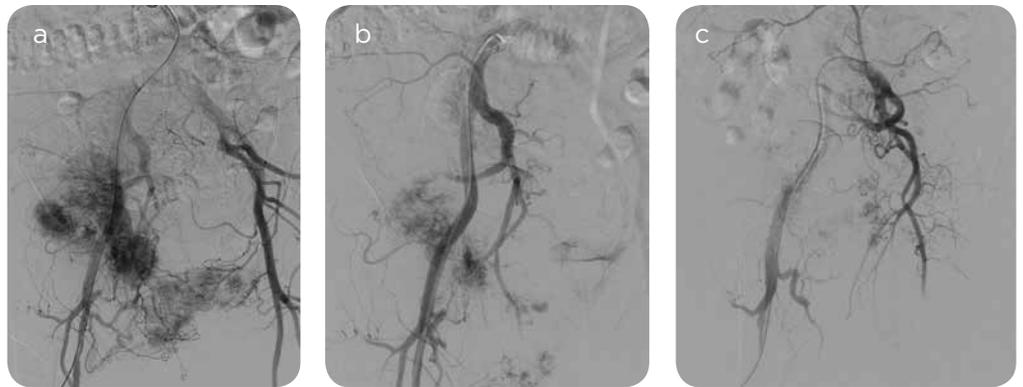


Figura 8. Paciente con previa pérdida de injerto renal. Se le realiza embolización de la arteria para el injerto renal como alternativa a una nefrectomía. Mediante abordaje por la arteria femoral derecha, se cateteriza la arteria del injerto renal. a) Arteriografía que demuestra localización del injerto renal. b) Se realiza cateterización selectiva de injerto renal y embolización selectiva con micropartículas de alcohol polivinilo y espirales metálicas.

- Oclusión de aneurismas, pseudoaneurismas, malformaciones vasculares congénitas o adquiridas que tengan efectos potencialmente graves en la salud del paciente (figura 1).
- Tratamiento de hemorragias agudas o recurrentes que pueden ser de origen gastrointestinal, postraumático, iatrogénico, de origen neoplásico o tumores benignos que generen síntomas, como los miomas (figuras 2 y 3) (43-45). En el caso de las hemoptisis, generalmente se originan de las arterias bronquiales o de sus variantes anatómicas (figura 4). La embolización también es útil en el tratamiento y control de sangrado posquirúrgico.
- Supresión de la vascularización de tumores benignos o malignos con fines paliativos; por ejemplo, en el caso de tumores hepáticos, carcinoma de células renales, tumores óseos, entre otros (figuras 5, 6 y 7).
- Desvascularización de lesiones no neoplásicas; por ejemplo, en casos de hiperesplenismo, síndrome de congestión pélvica, embrazo ectópico, aneurismas, entre otros.
- Proteger el flujo vascular y la redistribución a tejidos vecinos, y preservar la vitalidad en los casos en los que sea necesario mantener activo el tejido, como en quimioembolizaciones, embolizaciones de arteria gástrica derecha y gastroduodenal, en embolizaciones hepáticas, y radioembolización con Yttrio 99, para garantizar la viabilidad del tejido y el flujo vascular a estos, a pesar del procedimiento previo.
- Evitar procedimientos quirúrgicos, como en el caso de la exclusión de injertos renales que hayan fracasado (figura 8).
- Facilitar procedimientos quirúrgicos, para lo cual se realiza la embolización preoperatoria; por ejemplo, embolización de nasoangiofibromas, tumores del sistema musculoesquelético, quistes óseos aneurismáticos, etc. Se aplica en entidades que debido a su gran vascularización presentan importante sangrado intraoperatorio y son procedimientos técnicamente difíciles si todos los vasos están íntegros al momento de la resección. Para ello, se emboliza previamente el lecho vascular aferente, lo que provee un campo quirúrgico seco. Se ha demostrado que la embolización previa a la cirugía disminuye el sangrado intraoperatorio, la necesidad de transfusión sanguínea y la morbimortalidad en el tratamiento quirúrgico (46-48).
- Como parte de un tratamiento terapéutico; por ejemplo, en la embolización de la vena porta derecha para producir la hipertrofia del lóbulo hepático izquierdo, con el fin de realizar hepatectomía derecha posterior (49-51).
- Manejar de la persistencia de flujo fuera de la luz de la endoprótesis, cuando se hacen reparaciones de aneurismas aórticos por vía endovascular (1).

Conclusión

Existe una amplia gama de elementos de embolización y múltiples indicaciones, por lo que la realización de un procedimiento bajo una indicación válida y una adecuada selección de los elementos de trabajo son fundamentales para lograr el resultado adecuado (51).

A lo largo de los años han evolucionado las técnicas, los materiales empleados y se ha ampliado el uso de esta modalidad terapéutica como alternativa a procedimientos más invasivos y con mayores comorbilidades.

Cabe resaltar que la embolización es un método con poca morbilidad, debido a que es mínimamente invasivo y es ideal para pacientes con contraindicaciones para tratamientos convencionales o de alto riesgo y en abordajes quirúrgicos difíciles. De igual manera se ha demostrado que disminuye los requerimientos de transfusiones sanguíneas, mejora el tiempo de estabilización del paciente (51), lo que permite el control rápido de la hemorragia.

Adicionalmente, la embolización evita el trauma que implica el acto quirúrgico *per se*, trauma colateral que es inevitable, ya que en cirugía necesariamente hay que cortar, exponer tejidos y vasos, separar ligar, etc. Desde la piel hasta el blanco a tratar, la cirugía debe abrirse paso afectando tejidos, lo que no ocurre en la embolización, puesto que en este procedimiento la aproximación y el tratamiento se hacen por dentro de la luz del mismo vaso que se va a tratar.

Embolizar es un procedimiento que se realiza con frecuencia en nuestra institución, y con el paso de los años han aumentado tanto el número de paciente tratados mediante este método como la complejidad de los mismos.

Referencias

- Angle JF, Siddiqi N, Wallace M, Kundu S, Stokes L, Wojak J, Cardella J. Quality improvement guidelines for percutaneous transcatheter embolization. Clinical practice guidelines. *J Vasc Intervent Radiol.* 2010;21(10):1479-86.
- Haskal ZJ, Martin L, Cardella JF, et al. SCVIR Standards of Practice Committee. Society of Cardiovascular & Interventional Radiology, Standards of Practice Committee (Quality improvement guidelines for transjugular intrahepatic portosystemic shunts). *J Vasc Interv Radiol.* 2003;14:S265-70.
- Marelli L, Stigliano R, Triantos C, et al. Transarterial therapy for hepatocellular carcinoma: which technique is more effective? *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2007;30:6-25.
- Zimmerman HM, Curfman K. Acute gastrointestinal bleeding. *AACN Clin Issues.* 1997;8(3):449-58.
- Funaki B. Renal ostial angioplasty and stenting. Part 1: The routine procedure. *Semin Intervent Radiol.* 2009;26(1):74-81.
- Stuber T, Hoffmann MH, Stuber G, Klass O, Feuerlein S, Aschoff AJ. Pitfalls in detection of acute gastrointestinal bleeding with multi-detector row helical CT. *Abdom Imaging.* 2009;34(4):476-82.
- Cowling MG, Belli AM. A potential pitfall in bronchial artery embolization. *Clin Radiol.* 1995;50:105-7.
- Jaekle T, Stuber G, Hoffmann MH, Jeltsch M, Schmitz BL, Aschoff AJ. Detection and localization of acute upper and lower gastrointestinal (GI) bleeding with arterial phase multi-detector row helical CT. *Eur Radiol.* 2008;18(7):1406-13.
- Abada HT, Goltzarian J. Gelatine sponge particles: Handling characteristics for endovascular use. *Tech Vasc Intervent Radiol.* 2007;10(4):257-60.
- Katsumori T, et al. UAE with porous gelatin sponge particles for uterine fibroids. *CardioVascu Intervent Radiol.* 2011;34(3):513-21.
- Corell JT, Prentice HR, Wise EC. Biological investigations of a new absorbable sponge. *Surg Gynecol Obstet.* 1945;81:585-9.
- Nakamura H, Tanaka T, Hori S, et al. Transcatheter embolization of hepatocellular carcinoma: assessment of efficacy in cases of resection following embolization. *Radiology.* 1983;147:401-5.
- Porcu G, Roger V, Jacquier A, et al. Uterus and bladder necrosis after uterine artery embolisation for postpartum haemorrhage. *Br J Obstet Gynaecol.* 2005;112:122-3.
- Novak, D. Complications of arterial embolization. En: R.F. Dondelinger, P. Rossi, J.C. Kurdziel, S. Wallace (Eds.). *Interventional radiology.* New York: Thieme; 1990. pp. 314-6.
- Spies JB, Bakal CW, Burke DR, et al. Standard for diagnostic arteriography in adults. *J Vasc Interv Radiol.* 1993;4:385-95.
- Jack CR Jr, Forbes G, Dewanjee MK, et al. Polyvinyl alcohol sponge for embolotherapy: particle size and morphology. *Am J Neuroradiol.* 1985;6:595-7.
- Yamamoto S, Hirota S, Maeda H, Achiwa S, Arai K, Kobayashi K, Nakao N. Transcatheter coil embolization of splenic artery aneurysm. *Cardio Vasc Intervent Radiol.* 2008;31(3):527-34.
- Gianturco C, Anderson JH, Wallace S. Mechanical devices for arterial occlusion. *Am J Roentgenol.* 1975;124:428-35.

19. Yamada N, Hayashi K, Muraio K, et al. Time-of-flight MR angiography targeted to coiled intracranial aneurysms is more sensitive to residual flow than is digital subtraction angiography. *Am J Neuroradiol.* 2004;25:1154-7.
20. Laganà D, Carrafiello G, Mangini M, et al. Multimodal approach to endovascular treatment of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms. *Eur J Radiol.* 2006;59:104-11.
21. Spigos DG, Tan WS, Mozes MF, Pringle K, Iossifides I. Splenic embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1980;3(4):282-7.
22. Derdeyn CP, Moran CJ, Cross DT, et al. Polyvinyl alcohol particle size and suspension characteristics. *Am J Neuroradiol.* 1995;16:1335-43.
23. Lindahl J, Handolin L, Soderlund T, Porras M, Hirvensalo E. Angiographic embolization in the treatment of arterial pelvic hemorrhage: evaluation of prognostic mortality-related factors. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2013;39:57-63.
24. May BJ, Madoff DC. Portal vein embolization: Rationale, technique and current application. *Semin Intervent Radiol.* 2012;29:81-9.
25. Eckstein MR, Waltman AC, Athanasoulis CA. Interventional angiography of the renal fossa. *Radiol Clin North Am.* 1984;22:381-92.
26. Ljungdahl M, Eriksson LG, Nyman R, et al. Arterial embolization in management of massive bleeding from gastric and duodenal ulcers. *Eur J Surg.* 2002;168:384-90.
27. Tan KK, Strong DH, Shore T, Ahmad M, Waugh R, Young C. The safety and efficacy of mesenteric embolization in the management of acute lower gastrointestinal hemorrhage. *Ann Coloproctol.* 2013;29(5):205-8.
28. Hemingway AP, Allison DJ. Complications of embolization: analysis of 410 procedures. *Radiology.* 1988;166:669-72.
29. Song P, Wang MQ, Liu FY, Duan F, Wang Y. Iatrogenic renovascular injuries treated by transarterial embolization. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2013;17:3398-404.
30. McLean GK, Meranze SG. Embolization techniques in the urinary tract. *Radiol Clin North Am.* 1986;24:671-82.
31. Ginat, DT, Saad WE, Turba E. Transcatheter renal artery embolization for management of renal and adrenal tumors. *Tech Vasc Intervent Radiology.* 2010;13(2):75-88.
32. Teitelbaum GP, Reed RA, Larsen D, et al. Microcatheter embolization of non neurologic traumatic vascular lesions. *J Vasc Interv Radiol.* 1993;4:149-54.
33. White RI Jr, Lynch-Nyhan A, Terry P, et al. Pulmonary arteriovenous malformations: techniques and long-term outcome of embolotherapy. *Radiology.* 1988;169:663-9.
34. Chun JY, Morgan R, Belli AM. Radiological management of hemoptysis: A comprehensive review of diagnostic imaging and bronchial arterial embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2010;33:240-50.
35. Tonkin ILD, Hanissian AS, Boulden TF, et al. Bronchial arteriography and embolotherapy for hemoptysis in patients with cystic fibrosis. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1991;14:241-6.
36. Rastinehad AR, Caplin D, Ost M, VanderBrink B, Lobko I, Badlani G, et al. Selective arterial prostatic embolization (SAPE) for refractory hematuria of prostatic origin. *Urology.* 2008;98:52.
37. Gerlock AJ, MacDonell RC, Muhletaler CA, et al. Partial splenic embolization for hypersplenism in renal transplantation. *AJR Am J Roentgenol.* 1982;138:451-6.
38. Lewis M, Jaramillo S, Roberts L, Fleming C, Rubin J, Grothey A. Hepatic artery embolization for neuroendocrine tumors: Postprocedural management and complications. *The Oncologist.* 2012;17:725-31.
39. Maxwell NJ, SaleemAmer N, Rogers E, Kiely D, Sweeney P, Brady AP. Renal artery embolization in the palliative treatment of renal carcinoma. *Br J Radiol.* 2007;80(950):96-102.
40. Landwehr P, Arnold S, Voshage G, Reimer P. Embolotherapy: principles and indications. *Radiology.* 2008;48(1):73-95.
41. Schwartz MJ, Smith B, Trost D, Vaughan D Jr. Renal artery embolization: clinical indications and experience from over 100 cases. *BJU Int.* 2008;99(4):881-6.
42. Ignacio E, Dua R, Sarin S, Harper A, Yim D, Mathur, Venbrux A. Pelvic congestion syndrome: Diagnosis and treatment. *Semin Intervent Radiol.* 2008;25(4):361-8.
43. Ginat, DT, Saad WE, Turba E. Transcatheter renal artery embolization: Clinical applications and techniques. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2009;13(4):224-39.
44. Saad E. Portal interventions in liver transplant recipients. *Semin Intervent Radiol.* 2012;29(2):99-104.
45. Ganesan A, Upponi S, Hon LQ, Uthappa D, Uberoi R. Chronic pelvic pain due to pelvic congestion syndrome: The role of diagnostic and interventional radiology. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012;30:1105-11.
46. Kwon S, Oh J, Ko K, Park H, Huh J. Transcatheter ovarian vein embolization using coils for the treatment of pelvic congestion syndrome. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2007;30:655-61.
47. Sauk S, Zuckerman D. Renal artery embolization. *Semin Intervent Radiol.* 2011;28(4):396-406.
48. Li J, Qian J, Shan XS, Wang L. Evaluation of the effectiveness of preoperative embolization in surgery for nasopharyngeal angiofibroma. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1998;255:430-2.
49. Lienden K, Esschert J, Graaf W, Bipat S, Lameris J, Gulik TM, Delden O. Portal vein embolization before liver resection: A systematic review. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2013;36:25-34.
50. Denys A, Bize P, Demartines N, Deschamps F, De Baere T. Quality improvement for portal vein embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2010;33:452-6.
51. Burris M, Lin H, Johnston F, Huynh T, Kougiaris P. Emergent embolization of the gastroduodenal artery in the treatment of upper gastrointestinal bleeding. The experience from a surgeon-initiated interventional program. *Am J Surg.* 2009;198:59-63.

Correspondencia

Luis Fernando Aleán Argueta
Hospital Universitario San Ignacio
Carrera 7 # 40-62
Bogotá, Colombia.
luis899@gmail.com.

Recibido para evaluación: 13 de febrero de 2017

Aceptado para publicación: 18 de julio de 2017