

Agentes embolizantes. Indicaciones clásicas y novedades

Embolic Agents. Classic indications and news

Redondo M^{a*}

^aUnidad de Radiología Intervencionista. Complejo Hospitalario de Jaén. Jaén

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

HISTORIA DEL ARTÍCULO

Recibido: 12 de diciembre de 2016

Aceptado: 15 de junio de 2017

Disponible *online*: 1 de febrero de 2018

PALABRAS CLAVE

Embolización endovascular

Materiales de embolización

endovascular

Indicaciones de embolización

endovascular

KEYWORDS

Endovascular embolization

Materials for endovascular

embolization

Endovascular embolization indications

| RESUMEN

La embolización vascular percutánea es una de las técnicas habituales dentro del campo de la Radiología Vasculare Intervencionista.

Con la amplia gama de agentes embólicos disponibles en el mercado, la confusión es la regla más que la excepción en la elección del apropiado. Al adoptar un enfoque estandarizado, estructurado para cada situación clínica, el operador podrá optar al agente más apropiado. Responder a tres simples preguntas en tanto a: tamaño de los vasos, oclusión permanente o temporal, y si la muerte de órganos es deseable; ayudará al radiólogo intervencionista a decidir.

La creciente variedad, disponibilidad y utilidad en tanto al arsenal material y las mejoras de las técnicas de imagen, han supuesto una significativa mejora de los resultados en los casos de embolización, lo que a su vez ha conllevado un incremento de las indicaciones clínicas. Factores que, junto a una mejor comprensión basada en la publicación continua de resultados a corto y largo plazo, han determinado que la embolización vascular percutánea este hoy firmemente arraigada y estandarizada en la práctica del radiólogo vascular e intervencionista.

| ABSTRACT

Percutaneous vascular embolization is a common technique within the field of Vascular and Interventional Radiology.

There is a wide range of available commercially embolic agents; so confusion can be the rule in the choice of the appropriate one. An standardized and structured approach for each clinical situation will allow the operator to choose the most appropriate agent. Answer three simple questions as a: size of vessel, permanent or temporary occlusion, and if the death of tissue is desirable or not; It will help the Interventional Radiologist to decide.

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: manuelredol@outlook.com (Redondo M)

The increased variety, availability, and utility of the material arsenal as well as the improvements in imaging techniques, have meant a significant improvement of the results in cases of embolization, which in turn has led to an increase in clinical indications. Factors that together with an understanding based on the continuous publication of results (in the short and long term), have determined that percutaneous vascular embolization today was firmly rooted and standardized in the practice of the vascular and Interventional Radiologist.

| INTRODUCCIÓN

La emboloterapia es una parte integral de la práctica de la radiología intervencionista. Aunque muchos de los agentes embólicos de uso común están bien establecidos, los avances en el diseño de microcatéter, así como los agentes embólicos compatibles con microcatéter, han ampliado el papel de la emboloterapia.

El objetivo de la emboloterapia es la oclusión de los vasos sanguíneos, ya sea venas o arterias. Numerosos agentes embólicos están disponibles, cada uno con diferentes propiedades y usos.

Los agentes de emboloterapia se basan en la obstrucción mecánica, la activación plaquetaria y la propia cascada de coagulación del paciente para obstruir completamente los vasos. Como resultado, en presencia de trombocitopenia y coagulopatía, la eficacia de la embolización se ve comprometida.

Una de las decisiones más difíciles que un operador debe hacer antes de cualquier procedimiento de embolización es la elección óptima del agente embólico. Con este trabajo intentamos establecer un enfoque sistemático para determinar el mejor agente en la mayoría de los escenarios clínicos posibles. La primera decisión que debe ser tomada por el operador es si un vaso puede ser sacrificado sin poner en un riesgo significativo el órgano que de él depende. Una vez que hemos decidido que se puede sacrificar un determinado vaso, el operador debe responder a tres preguntas:

- ¿El vaso a embolizar es grande o pequeño?
- ¿Cuánto tiempo va a ser ocluido el vaso?
- ¿Permanecerá viable el tejido dependiente del vaso después de la embolización?

Después de que se responde a estas tres preguntas, la decisión con respecto a qué agente embólico a utilizar se simplifica.

El propósito de este trabajo es cuádruple: proporcionar una breve perspectiva histórica sobre los procedimientos de embolización, describir un algoritmo sistemático aplicable a la mayoría de las situaciones clínicas que requieren embolización, dar una breve descripción de los agentes embólicos de uso común y realizar un abordaje aproximativo a nuevas indicaciones.

Perspectiva histórica

La embolización transcatéter fue realizada por vez primera en 1970 por el grupo de Charles Dotter en el Centro de Ciencias de la Salud de Oregón; se utilizó un coágulo autólogo como agente embólico para controlar una hemorragia aguda digestiva alta mediante embolización selectiva de la arteria gastroepiploica derecha. El procedimiento se realizó sobre un paciente con bajas indicaciones quirúrgicas. Desde entonces, los procedimientos de embolización se han hecho cada vez más sofisticados incrementándose exponencialmente el número, la variedad y complejidad de los agentes embólicos.

Las mejoras en las técnicas de imagen (angiografía de sustracción digital de alta calidad) y la tecnología de los catéteres (aparición de microcatéteres y catéteres coaxiales) han permitido avances significativos en los procedimientos de embolización. Además, la gama de agentes embólicos disponibles ha experimentado una gran expansión: desde el coágulo autólogo, Gelfoam y el tejido humano hasta el PVA, *coils*, pegamentos, microesferas, balones, etc.

| AGENTES

El gran número de agentes a disposición del operador puede dar lugar a confusión en la determinación de cuál es el agente a utilizar ante determinada situación clínica. Por ejemplo, en cada uno de los siguientes escenarios clínicos, el agente embólico más apropiado sería diferente: pseudoaneurisma arterial femoral postcateterismo, lesión traumática de la arteria hepática; malformación arteriovenosa periférica y tratamiento de hepatocarcinoma. El objetivo de cada uno de estos procedimientos es diferente, y el agente embólico utilizado también lo será.

Para determinar que agente usar hay que emplear un enfoque sistemático. Antes de elegir un agente hay que hacerse tres preguntas:

1. ¿Cómo de grande es el vaso que se va a embolizar?
Para muchos autores, cualquier vaso que puede ser visto por angiografía es considerado grande. Los vasos de menor tamaño que el necesario para la resolución de la angiografía por sustracción digital, son considerados pequeños.

2. ¿Cuánto tiempo debe permanecer el vaso ocluido tras la embolización? La oclusión temporal implica la oclusión del vaso de horas a semanas frente a una oclusión permanente, cuya definición viene implícita en el nombre.
3. ¿Permanecerá viable en tejido tras la embolización? La isquemia es a menudo el resultado (intencional o no) de la embolización. El uso de determinados agentes embólicos supondrá la muerte celular o del órgano.

Es vital reconocer una importante característica de todos los agentes embólicos: independientemente de la composición del agente, cuanto menor sea el tamaño del agente, mayor será la probabilidad de isquemia del tejido que está siendo nutrido por el vaso embolizado. Esto es debido al hecho de que la mayor parte de los órganos tienen cierta duplicación de suministro vascular; esta colateralización es vital para la supervivencia de órganos después de un evento vascular proximal. Si se utilizan agentes embólicos muy pequeños, el nivel efectivo de la embolización es distal a donde los vasos colaterales se unen a la arteria de alimentación principal, de ese modo tiene lugar la oclusión de flujo de entrada tanto de las circulaciones primarias como de colaterales. Por lo tanto, para la mayoría de órganos, los agentes pequeños causan mucho mayor isquemia que los agentes más grandes.

Los agentes embólicos pueden clasificarse de varias maneras. La clasificación en agentes temporales y permanentes permite considerar el tiempo que se necesita para la oclusión vascular. Con una lesión traumática, un agente temporal puede ser ideal porque permite que la cicatrización ocurra antes de la recanalización de un vaso. En contraste con fístulas arteriovenosas o tumores, sería preferible un agente embólico permanente.

Otra consideración en la elección de agentes embólicos es el nivel deseado de oclusión. Pueden utilizarse agentes embólicos para la oclusión distal a nivel del lecho capilar o arteriolas, o pueden usarse agentes oclusivos más proximales. El nivel de oclusión depende del proceso patológico que requiere emboloterapia. Además, los recientes avances en la tecnología de los microcatéteres ha aumentado el potencial de una embolización distal controlada. Esta rápida evolución de la tecnología del microcatéter ha llevado al desarrollo de numerosos agentes embólicos que son compatibles con estos catéteres.

Agentes embólicos clásicos: coágulos autólogo, esponjas de gelatina, partículas de alcohol polivinílico (PVA) y *coils* de acero inoxidable. Agentes embólicos más re-

cientes: *coils* de platino para uso con microcatéter, *coils* desmontables (incluyendo *coils* separables mecánicamente y dispositivos de desprendimiento electrolítico), colas de cianoacrilato y agentes esclerosantes para uso intravascular (con inclusión de etanol absoluto).

Antes de determinar qué agente es mejor usar en un escenario clínico dado, procedamos a describir los agentes embólicos más comúnmente usados.

A. AGENTES EMBÓLICOS PARA EMBOLIZACIÓN DE GRANDES VASOS

1. *Coils*

Los *coils* varían en diámetro, desde submilimétrico a varios centímetros. Su forma también es muy variable (recta, helicoidal, espiral, y tridimensionales). Además de un revestimiento trombogénico, la mayoría de los *coils* tienen pequeñas fibras unidas al componente de metal. Las fibras provocan una respuesta trombogénica con la subsiguiente oclusión de los vasos. Sin esta trombosis sobreañadida la eficacia del *coil* sería menor. “Andamiaje” es la técnica de construir un apretado empaquetado de *coils* (frecuentemente múltiples *coils* son requeridos para producir la oclusión vascular). Debido a la amplia gama disponible en tanto a características de los *coils*, estos son por derecho uno de los agentes embólicos más ampliamente utilizados.

a. *Coils* de acero inoxidable

Hay disponibles numerosos *coils* de acero inoxidable de distintos fabricantes. Los *coils* están disponibles en una amplia gama de diámetros y longitudes: diámetros que van de 2 a 20 mm para su uso con catéteres standard de 0,035 pulgadas y 0,018 pulgadas. La mayoría de los *coils* están fabricados en acero inoxidable con la adición de fibras (poliéster) que aumentan la trombogenicidad del *coil*. Los *coils* se suministran en cartuchos de metal y están listos para cargarse en un catéter y ser empujados con un alambre de guía. Más recientemente han ido apareciendo *coils* con formas complejas y blandos. La forma helicoidal permite un relleno más completo del lumen del vaso que está siendo ocluido con la subsiguiente disminución del número total de *coils* necesarios. Un uso habitual de los *coils* de configuración blanda será a modo de relleno del lumen vascular tras la liberación previa de un *coil* de acero inoxidable de mayor tamaño que sirve de “anclaje”. Se hablará de los micro*coils* en el apartado de embolización de pequeños vasos.

Una desventaja de los *coils* de acero inoxidable como agentes embolizantes es el potencial de recanalización de las arterias embolizadas. Esto es más probable si los *coils* no están muy empaquetados. Con la llegada de *coils* complejos de forma helicoidal, es más fácil conseguir un paquete apretado de *coils* que rellenen el lumen del vaso. La elección del tamaño adecuado del *coil* es de suma importancia. Un *coil* más pequeño de lo necesario puede migrar distalmente. Un *coil* demasiado grande puede provocar el desplazamiento del catéter a través del cual se suministra dicho *coil*, embolización incompleta y/o mal posicionamiento del *coil*. La familiaridad con los *coils* y los sistemas de liberación es de gran importancia para facilitar la entrega precisa de los *coils*.

Una ventaja potencial del uso de *coils* como agentes embólicos es la capacidad de intentar la recuperación de los *coils* desplazados o migrados. A tal fin existen en el mercado distintas posibilidades de dispositivos de recuperación (pe.: *Amplatz gooseneck snare*).

Para facilitar la embolización distal al sitio deseado en vasos de diámetro grande, a veces se requiere un respaldo para evitar la migración distal de los *coils*. Esto habitualmente se puede conseguir con la colocación un *coil* más grande dentro del cual se pueden anidar *coils* más pequeños. Existen no obstante dispositivos tales como el *Amplatz Vascular Plug* que son dispositivos en forma de cono de acero inoxidable con puntales que se enganchan la pared del vaso; esto sirve para atrapar *coils* y prevenir la migración a distal. Estos dispositivos están disponibles en tamaños que van desde 4 mm hasta 22 mm.

b. Detachable Coils

Hay disponibles *coils* de liberación controlada para sistemas de 0,035 pulgadas y 0,018 pulgadas, los cuales son extremadamente útiles en situaciones en las que la colocación precisa del *coils* es importante, o en situaciones de alto flujo en las que el riesgo de migración del *coil* es alto. Estos sistemas permiten el despliegue parcial del *coil*, con el potencial de retirarlo o reposicionarlo; esto supone una marcada utilidad en situaciones en la que la colocación precisa del *coil* es fundamental, o en situaciones de alto flujo con el subsiguiente riesgo de migración. Están disponibles como *coils* de acero inoxidable recubiertos de fibras de dacrón trombogénicas o como *coils* fabricados con platino o tungsteno. Los *coils* se sujetan a la guía empujadora a través de una conexión mecánica que

puede liberarse después de que el *coil* se despliegue y nos parezca que la posición es satisfactoria. Estos *coils* están disponibles en tamaños estándar de entre 2 y 20 mm de diámetro.

c. Indicaciones técnicas acerca de la embolización con coils

- Andamiaje: como vimos se consiste en el uso de un dispositivo (*coil* o *Amplatz*) a modo de andamio que suponga un soporte o “tope” para *coils* de menor tamaño que presentarán una configuración más blanda, flexible y con forma “impredicible” adaptándose a la anatomía del vaso. Otra posibilidad de andamiaje se establecería mediante el uso conjunto de Gelfoam y *coils* con vistas, por ejemplo, a producir una oclusión completa en un contexto de coagulopatía en trauma/*shock*, estableciendo así un “sándwich” *coil*-Gelfoam.
- Microcoils: *coil* <0,018 pulgadas (micro-*coil*), estos deben usarse con microcatéteres para evitar la oclusión del mismo. El catéter de alto flujo debe ser manejado con precaución cuando liberemos los *coils*, ya que el *coil* puede liberarse en su interior obstruyendo su mayor luz.
- Infradimensión: la infradimensión del *coil* puede suponer la embolización distal, lo que debe evitarse sobre todo en los casos de malformaciones arteriovenosas pulmonares —MAVP—; como regla general, el *coil* debe ser 20 % mayor que el diámetro del vaso.
- Sobredimensionamiento: la sobredimensión del tamaño del *coil* para el vaso a embolizar evitará que el *coil* adopte su forma lo cual conduce a oclusiones inadecuados, así como a una configuración del *coil* notablemente más larga, lo cual puede a su vez conducir a un mal posicionamiento del *coil* proximal.
- Despliegue: cuando se requiere una gran precisión de despliegue (por ejemplo, en los procedimientos intracraneales, MAVP), utilizaremos *coils* de liberación controlada; cuando la precisión de despliegue no es tan fundamental el *coil* puede ser desplegado utilizando un bolo de solución salina.
- *Coils* recuperables: los *coils* recuperables permiten recoger el *coil* en el catéter de entrega justo antes del despliegue final. Esta técnica es muy útil cuando la precisión en la localización es esencial.
- Composición: como regla general, los *coils* de acero tienden a ser más rígidos, mientras que los *coils* de platino tienden a ser más suave.

2. Balones

Los balones retirables fueron retirados del mercado en los Estados Unidos debido a posibles problemas de migración.

3. Tapón vascular Amplatzer (Amplatzer vascular plugs -AVP-)

Dispositivo autoexpandible de malla de nitinol. Los AVP han evolucionado durante los últimos años y están disponibles en cuatro formas diferentes: monolobar (AVP I), bilobar (AVP III y IV) y trilobar (AVP II). AVP I y IV son de una sola capa mientras AVP II y III presentan capas múltiples. La configuración apilada conduce a una oclusión más rápida y completa del vaso. AVP se utilizan cuando se requiere una oclusión permanente de grandes vasos. Los dispositivos disponibles van de los 4 a 22 mm de diámetro.

a. Indicaciones técnicas acerca de la embolización con tapón vascular Amplatzer

- Sobredimensionado: Sobredimensionar el dispositivo un 15-30 % (30 a 50 % para el dispositivo de disco único) en relación con el vaso para evitar la migración distal.
- Posicionamiento: dos bandas de platino sirven como marcadores radiopacos.
- Despliegue: tras el despliegue, un sencillo mecanismo de desenroscado libera el dispositivo.

4. Alambres-guía

Las guías de núcleo móvil están reservadas para los grandes aneurismas y pseudoaneurismas. El muelle en espiral exterior con envoltura de teflón es la parte de la guía utilizada para la embolización; el mandril interior y la guía de seguridad se desechan. Las guías ofrecen poco o ningún potencial trombogénico, pero en ocasiones se utilizan como un método barato y fácil para “rellenar” un espacio vascular muy grande.

a. Indicaciones técnicas acerca de la embolización con guía

- Despliegue: el reposicionamiento de las guías es extremadamente difícil. Posicionamiento: una vez desplegadas, las guías tienden a adaptarse al contorno exterior del aneurisma.
- Propiedades trombogénicas: las guías por sí mismas suelen ser insuficientes para la trombosis completa, siendo necesario la combinación con otros dispositivos.

5. Material de sutura

La seda quirúrgica o material de sutura de polipropileno se puede usar en combinación con otros agentes. Se cortan las suturas de 4-0 a 6-0 de diámetro en fragmentos de 5 a 10 mm antes de la embolización. Este fragmento se empuja hidrostáticamente mediante inyección de suero en emboladas de 1 a 3 ml. La seda crea una intensa reacción inflamatoria, que conduce a la trombosis del vaso. Las suturas de seda o de polipropileno pueden usarse con otros agentes embólicos tales como PVA en situaciones de alto flujo o en vasos muy grandes cuando se ha colocado un “backstop” (por ejemplo, *coils*) para controlar el flujo distal.

a. Indicaciones técnicas acerca de la embolización con material de sutura

- Radiopacidad: las suturas son radiolúcidas lo que hace necesario el uso de una jeringa llena de contraste seguido de una solución salina.
- Despliegue hidrostático: este confiere poco o ningún control, por lo que la embolización no deseada es una realidad.

6. Gelfoam

El Gelfoam se deriva del tejido adiposo subcutáneo del cerdo. Está disponible ya sea como una esponja/bloque o como un polvo. La esponja de Gelfoam se suministra en pastillas de espesores variables. Este agente embólico activa la agregación plaquetaria y la cascada de la coagulación e induce la inflamación de la pared del vaso. La duración de la embolización puede variar, pero por lo general la reabsorción del material se produce en el plazo de 3 semanas a 3 meses permitiendo pues sólo la oclusión temporal. Así pues, la recanalización es impredecible en tanto a cuanto Gelfoam se reabsorberá y en cuanto tiempo lo hará.

El Gelfoam se puede administrar de muchas maneras, dependiendo de la indicación para la embolización. La esponja se puede cortar en pequeños cubos o torpedos. Los “torpedos” de Gelfoam pueden ser creados enrollando estrechamente pequeñas tiras de Gelfoam e inyectándolas a través de un catéter colocado a nivel de embolización prevista o ligeramente proximal. Esta maniobra también es útil en la embolización de los tractos de aguja o catéter. Con cualquiera de estos procedimientos se conseguirá una oclusión vascular proximal.

- Alternativamente, se puede realizar una embolización menos selectiva con una suspensión de Gelfoam que permitirá al Gelfoam moldearse al vaso proximal

embolizado. Se crea una “pasta” cortando tiras de Gelfoam en partículas más pequeñas y cargándolas en una jeringa (5 o 10 ml). Esto se conecta entonces con una llave de paso de 3 vías a otra jeringa que está llena de contraste. Las partículas se bombean entonces hacia atrás y hacia adelante entre las jeringas para crear una suspensión de partículas de Gelfoam más pequeñas. Esto permite la creación rápida de partículas más pequeñas, que son útiles para embolizar vasos relativamente pequeños o ramas más distales de un vaso más grande, tal como una distribución de la arteria iliaca interna con trauma. Se puede conseguir una liberación más rápida de una suspensión uniendo un extremo de una llave de paso de 3 vías directamente al catéter y utilizando los otros 2 puertos de la llave de paso para crear la suspensión, como se ha descrito anteriormente. Esta técnica es especialmente útil en la embolización de las arterias ilíacas internas en el trauma pélvico.

Por el contrario, el polvo de Gelfoam tiene un diámetro de solo 10 a 100 μm ; y así, aunque las partículas tienden a agregarse durante los procedimientos de embolización, el pequeño tamaño de las partículas causa una oclusión más distal, aumentando la probabilidad de isquemia de los tejidos.

a. Indicaciones técnicas de la embolización con Gelfoam

- Suspensión y torpedos Gelfoam para uso en vasos de menor y mayor calibre respectivamente y cuya preparación se ha citado anteriormente.
- Aire atrapado: El Gelfoam atrapa una gran cantidad de aire durante la preparación. En las imágenes TC postprocedimiento a menudo demuestran este aire, el cual no debe ser confundido con infección
- Terapia combinada: El Gelfoam puede usarse también para oclusiones permanentes en pacientes con coagulopatía, donde los *coils* se utilizan como andamios y el Gelfoam se utiliza para causar la oclusión mecánica.

B. ESCENARIOS CLÍNICOS PARA EMBOLIZACIÓN DE VASOS GRANDES

1. Oclusión permanente de grandes vasos

Los escenarios clínicos en los que se requiere oclusión permanente de grandes vasos son situaciones en las que las que se objetiva angiográficamente anomalías vasculares, requiriendo una oclusión definitiva de las

mismas como tratamiento del paciente. En estas situaciones, el órgano dependiente del vaso a embolizar tiene un buen suministro de sangre colateral, que previene la isquemia post-embolización del mismo. Ejemplos de estos escenarios clínicos serían: hemorragia gastrointestinal; malformaciones arteriovenosas pulmonares, pseudoaneurismas traumáticos, embolización de carótida o arteria vertebral, aneurismas arteriales viscerales. A tal fin, los *coils* y los Amplatzer son los agentes embólicos habitualmente utilizados. Esta oclusión proximal de grandes vasos es el equivalente de la ligadura quirúrgica del vaso.

2. Oclusión temporal de grandes vasos

Escenarios clínicos en los que se desea una oclusión temporal de grandes vasos son aquellas situaciones en las que es necesario la detención momentánea de una hemorragia con posterior recanalización y permeabilización vascular. La situación tipo sería el daño vascular de un gran vaso subsiguiente a traumatismo pélvico. En estas situaciones utilizaríamos Gelfoam bien en forma de suspensión o como torpedos. La naturaleza temporal de un agente embólico es tanto una ventaja potencial como una desventaja. Después de la oclusión del vaso, debe producirse la cicatrización de la fuente de sangrado, y el vaso se recanaliza entonces. En el caso de que la curación no se haya producido, la recanalización prematura del vaso puede conducir a re-sangrado.

C. AGENTES EMBÓLICOS HABITUALMENTE USADO EN VASOS PEQUEÑOS

1. Partículas

Las partículas son actualmente los agentes más comúnmente utilizados para la oclusión permanente de pequeños vasos. Los tamaños de partícula oscilan entre 100 y 1.200 μm . Las partículas son radiotransparentes, problema que se soluciona con la mezcla con contraste, pudiendo ser inyectado suavemente con una pequeña jeringa (1 a 10 ml) con guía fluoroscópica. El uso de partículas pequeñas, especialmente en los órganos sólidos como el hígado, puede conducir a la necrosis focal y predisponer a la formación de abscesos.

El alcohol de polivinilo (PVA) es una mezcla no uniforme de partículas de plástico amorfas en tamaños de entre 45 y 1180 μm . Generalmente, cada vial contiene un polvo radiotransparente grosero y seco con una variabilidad de rango de 200 μm (355 a 500, 500 a 750, 750 a 1.000 y 1.000 a 2.000 μm de diámetro). Se reconstituye con contraste inmediatamente antes de su uso. Las partículas

de PVA causan una respuesta inflamatoria significativa, efecto aditivo en tanto a la permanencia de la oclusión. Las partículas de PVA tienden a aglomerarse, dando lugar a la embolización de vasos que son mayores que el diámetro nominal de las partículas. Como resultado, estas partículas pueden utilizarse para obstruir vasos que van desde arteriolas hasta arterias mayores y sus ramas. Además, el nivel de oclusión puede ser controlado hasta cierto punto por la dilución de las partículas utilizadas: cuanto más diluida sea la suspensión, menos aglomeración tendrá lugar y la embolización puede hacerse más proximal. Una preocupación con suspensiones densas de partículas de PVA es la posibilidad de crear un atasco proximal de partículas el cual puede romperse y condicionar una embolización incompleta.

Las partículas más utilizadas son las de 250 a 355 y de 355 a 500 μm . Estos tamaños de partícula permiten la embolización a nivel arteriolar y son útiles en embolizaciones para el control de hemorragias. Las partículas más pequeñas, de 45 a 150 y 150 a 250 μm , son útiles para embolizaciones más distales que permitan conseguir necrosis parenquimatosa, como en el caso de las embolizaciones tumorales.

Las partículas de PVA producen una oclusión mecánica del vaso. Además, activan la trombina e inducen el crecimiento de fibroblastos, lo que conduce a una oclusión relativamente permanente. La naturaleza permanente de la oclusión hace que el uso de partículas de PVA sea útil en gran variedad de entornos, incluyendo la embolización tumoral. La disponibilidad de varios tamaños también permite un nivel de control sobre el tamaño de los vasos que se embolizan.

Las desventajas de las partículas de PVA para la embolización incluyen el riesgo de reflujo de la suspensión y subsiguiente embolización de segmentos indeseados. Además, debido a la aglomeración de las partículas, existe la posibilidad de oclusión del catéter. Puede que no sea posible utilizar tamaños de partícula más grandes (500 a 750 o 750 a 1.000 μm) con microcatéteres, aunque el uso de una suspensión muy diluida incluso de estas partículas más grandes puede ser factible. A tener en cuenta también que la embolización con partículas de PVA puede no ser verdaderamente permanente, ya que puede ocurrir alguna recanalización.

Las partículas de PVA extruidas son regulares y compresibles. En teoría, estas partículas tienen menos propensión a causar oclusión del catéter. Las microesferas de gelatina Trisacryl (*Embospheres*) son redondas, homogénea y compresibles. En teoría, proporcionan

una mejor liberación y oclusión del vaso debido a la disminución en la formación de grumos. *Bead Block* son partículas compresibles e hidrófilas de hidrogel de PVA con bajo riesgo teórico de formación de grumos. Están disponibles en suspensión en agua estéril en jeringas pre-empaquetadas. Aunque aprobado por la FDA como un agente embólico, *Bead Block* se utilizan con frecuencia como agente liberador de fármacos en los procedimientos de quimioembolización transcatóter.

a. Indicaciones técnicas sobre el uso de partículas

- Partículas de polyvinyl alcohol:
 - la repetida agitación o la adición de albúmina (esto rara vez hace hoy en día) pueden impedir la formación de grumos, que es un problema común debido a la flotabilidad natural del PVA.
 - El tamaño de las partículas debe corresponderse con el catéter de liberación para prevenir la oclusión del mismo (por lo general se utilizan microcatéteres para partículas <700 μm).
 - Ña inyección forzada durante el procedimiento puede resultar en reflujo de partículas en un vaso no diana debido a la 'entrega' 'explosiva'.
- Microesferas de Trisacryl: la inyección forzada a través de un catéter de tamaño insuficiente puede resultar en rotura de la esfera.

2. Agentes líquidos embolizantes

Los cianoacrilatos (pegamentos) son materiales adhesivos tisulares que se polimerizan rápidamente una vez expuestos a un ambiente iónico, tal como lo son las soluciones salinas o la sangre, formando un molde del vaso en el que ocurre la polimerización. Normalmente acompaña a la polimerización una reacción inflamatoria. Su indicación original fue la embolización de malformaciones vasculares del SNC. Actualmente se ha ido visto sustituido por el Onyx que, aunque más caro, es una sustancia cohesiva que permite un mayor control en el momento de su liberación.

En la práctica médica es utilizado como método de sutura instantáneo, ya que cuando se pone en contacto con fluidos orgánicos, se solidifica rápidamente.

Debido a que este pegamento no es radiopaco se utiliza en combinación con un medio de contraste liposoluble que, además, aumenta su densidad. Típicamente, el rango de concentración para su uso oscila entre el 15-50 %. Se recomienda usar la concentración menor para situaciones de bajo flujo y cuando se precisa una embolización distal. Las concentraciones superiores se

aconsejan cuando se precisa una rápida polimerización en situaciones de alto flujo para evitar embolizaciones en territorios no deseados.

Se debe inyectar sólo después de lavar el catéter con solución glucosada ya que, al contacto con una solución salina, la mezcla radiopaca se solidifica. Es importante retirar el catéter antes de que la mezcla se polimerice completamente ya que englobaría al catéter. No es posible, por tanto, realizar comprobaciones del resultado de la embolización con el mismo catéter.

En numerosas ocasiones es aconsejable el uso de cianoacrilatos después de partículas o de coils para completar una embolización.

Los riesgos derivados de su uso incluyen el endurecimiento prematuro de la cola que ocluiría el catéter o el alojamiento permanente del catéter en el émbolo, evitando su extracción.

El **Ethiodol/lipiodol** es un agente de contraste inerte oleoso que se usa mezclado con el cianoacrilato para hacerlo opaco a la radiación. Una vez inyectado, gotitas de aceite se rompen en glóbulos más pequeños (en torno a 50 µm de diámetro), que conduce a una embolización distal. El lipiodol tiene afinidad para el carcinoma hepatocelular, aumentando la selectividad de la embolización.

Copolímero de Etilen Alcohol Vinilo (Onyx) es un material embolizante cuya composición química se basa en: Copolímero de alcohol etilen-vinílico (EVOH), Solvente Dimetilsulfóxido (DMSO) y Tantalio micronizado (Ta). Es un agente líquido no adhesivo a diferencia de los pegamentos y es “no degradable” a diferencia del Gelfoam. En nuestro país se encuentra disponible en dos viscosidades (6 y 8 %).

Fue diseñado para la embolización arterial de las malformaciones arteriovenosas cerebrales, y posteriormente ha sido aplicado en embolización de fístulas durales y malformaciones arteriovenosas espinales, además de aplicaciones periféricas tales como embolización de malformaciones y fístulas periféricas o endofugas en prótesis de aneurismas aórticos abdominales.

Los **esclerosantes** son agentes de embolización líquidos que producen trombosis e inflamación casi inmediata y completa de vasos muy pequeños a nivel tisular. El conocimiento de la anatomía vascular y la prevención de la embolización a lugares no deseados son cuestiones de suma importancia. La naturaleza líquida permite el paso de los agentes a través del nivel capilar, lo que permite una embolización muy distal. El esclerosante más comúnmente utilizado es el etanol absoluto.

La inyección de etanol es extremadamente tóxica para los tejidos vivos, conduciendo a la completa trombosis/oclusión del vaso, así como a la ablación directa del tejido y a la muerte celular y eventual fibrosis. Además, en contacto con sangre, el etanol induce trombosis. Estas acciones conducen a oclusiones completas y permanentes de los vasos en los que se inyecta. La naturaleza permanente de esta embolización es una ventaja en algunas embolizaciones tumorales (específicamente, embolización de tumores de células renales). Las desventajas del etanol absoluto incluyen el potencial reflujo y el riesgo subsiguiente de embolización no objetivo. Como resultado, se recomienda el uso de catéteres de oclusión con balón para la inyección de etanol. Además, el etanol es radiolúcido y por lo tanto requiere gran cuidado en la administración. El etanol absoluto se puede opacificar con Amipaque, polvo de tántalo, o Ethiodol. El tetradecil sulfato de sodio (1 a 3 %) es un agente esclerosante suave, de los más usados para tratar venas varicosas, vena espermática, síndrome de congestión pélvica y malformaciones arteriovenosas preoperatorias.

a. Indicaciones técnicas para el uso de líquidos embólicos

- Cianoacrilatos
 - Deben usarse soluciones no iónicas durante la preparación para evitar la polimerización y el bloqueo del catéter de entrega. La sangre y los líquidos tisulares son muy ricos en iones OH⁻ - por lo que el catéter debe lavarse previamente con un líquido aniónico como la Dextrosa al 5 o al 30 %, Glucosmon o agua destilada. El catéter debe ser lavado con esta solución no iónica, antes y después de cada uso.
 - El lipiodol tiene dos funciones: ser vehículo radiopaco (el cianoacrilato es radiotransparente) y modular la velocidad de polimerización del cianoacrilato, para lo cual se usarán distintas proporciones. Concentraciones menores de cianoacrilato confiere tiempos de polimerización más prolongados; así para situaciones de bajo flujo y/o embolizaciones distales se usarán diluciones 1:6 o incluso mayores mientras que mayores concentraciones de cianoacrilatos (p.e.: 1:1) se indicarán en situaciones que requieran una rápida polimerización, tales como, oclusión de vasos de alto flujo.
 - Un conector de plástico duro debe ser utilizado durante la inyección de lipiodol para evitar la disolución de la conexión del catéter por el lipiodol.

- Onyx:
 - Los viales se deben colocar en un agitador durante al menos 20 min antes del procedimiento, con agitación continua justo antes de la liberación.
 - El copolímero de EVOH solidifica al difundirse el solvente DMSO iniciándose en la periferia y manteniendo su interior líquido durante varios minutos, lo que resulta en una sustancia esponjosa que forma un molde del vaso. Estas características le permiten ser inyectado lentamente y de manera controlable hacia el nido malformativo.
- Esclerosantes
 - Inflado de balón: el inflado de balón proximalmente al sitio de inyección y la enérgica aspiración con jeringa grande antes del desinflado del balón evitará la embolización retrógrada.
 - Determinación del volumen: la inyección de contraste con un globo de oclusión inflado ayudará a estimar el volumen de esclerosante necesario.
 - o Analgesia: los pacientes por lo general sienten un dolor intenso inmediatamente después de la inyección de alcohol, y por lo general se recomienda sedación profunda o anestesia general.
 - Radiopacidad del alcohol: cuando se utiliza el alcohol, una mezcla 4: 1 con lipiodol conferirá radiopacidad al mismo.

3. Sustancias en polvo

Hay varios agentes embólicos en polvo.

El Gelfoam polvo se suministra en alícuotas de 1 g de polvo estéril con cada partícula de alrededor de 50 µm. Al igual Gelfoam esponja, el Gelfoam polvo condiciona una embolización temporal (días a varias semanas), no obstante, pudiera tomar carácter permanente y condicionar necrosis.

Otros agentes temporales que no se utilizan comúnmente para la embolización incluyen los preparados de fibras de colágeno de origen bovino (Avitene, Angiostat). Estas preparaciones funcionan ya sea por obstrucción mecánica de la luz del vaso o por inducción de reacciones inflamatorias. La oclusión embólica con estos agentes ocurre a nivel arteriolar/pequeño vaso. La oclusión es temporal, con una duración de semanas a meses. El colágeno microfibrilado (Avitene) es un agente temporal muy similar a Gelfoam en sus propiedades. Está disponible tanto en "lámina" (análoga a la esponja) como en "harina" (análogo a las formas en polvo), las cuales representan a los agentes proximal y distal respectivamente.

La trombina es una enzima natural que convierte el fibrinógeno en fibrina como uno de los pasos finales en la formación de coágulos, tanto para las cascadas de coagulación intrínseca como extrínseca. La trombina es la sustancia trombosante más utilizada en la inyección-punción directa de los pseudoaneurismas postcateterismo. También es utilizada mezclada con Gelfoam, en la embolización de endofugas tras reparación endovascular de los aneurismas.

Las microesferas de almidón son esferas porosas de 50 µm hechas de almidón biodegradable que se disuelve en cuestión de minutos y se utiliza sobre todo para oclusiones temporales de pequeñas arterias distales, tal como puede ser la entrega quimioterapia intraarterial.

a. Indicaciones técnicas de la embolización con polvos

- Gelfoam polvo: el polvo Gelfoam tiende a aglutinarse durante la inyección, dando como resultado una oclusión más proximal de la prevista (vasos grandes -50-500 µm)
- Trombina:
 - La trombosis completa puede tardar varios minutos. Hay que permitir transcurrir ese tiempo antes de decidir una nueva inyección.
 - "Off-label" para uso intravascular.
 - Durante la inyección intravascular se puede producir una marcada embolización no diana.

4. Coágulo autólogo

El coágulo sanguíneo autólogo es un agente de embolización temporal. Una ventaja de este agente es que está fácilmente disponible. Se extrae sangre del paciente y se deja coagular; Esto se puede ayudar con la adición de trombina para formar un coágulo más firme. Una porción del coágulo se aspira entonces en una jeringa de 1 ml y se inyecta en el paciente. La oclusión del vaso lograda con dicha embolización es temporal y durará de días a semanas. El bajo costo y la baja toxicidad del coágulo autólogo son ventajas de este agente embólico, pero la embolización de corta duración que resulta es de poco uso excepto en unos pocos casos seleccionados. Generalmente, este agente embólico ha sido reemplazado por esponjas de gelatina.

El coágulo rara vez se utiliza hoy en día. A menudo lisa demasiado rápido para el éxito clínico. Los autores ahora normalmente sólo utilizan coágulo autólogo como un parche de sangre para embolizar tractos post-biopsia de pulmón.

5. Técnicas de Microcatéter

a. Microcatéteres

La generación actual de microcatéteres permite una progresión-avance más fácil debido a sus mejoras en tanto a características técnicas. La primera generación de microcatéteres, representada por el Tracker 18, tenía tendencia a aplastarse a medida que pasaban alrededor de curvas agudas, asumiendo una configuración ovalada y reduciendo su luz efectiva. Los actuales microcatéteres trenzados tienen un recubrimiento hidrófilo y se trenzan hasta la punta del microcatéter. Estos dos factores permiten una mejor capacidad de seguimiento y una mejor preservación de su forma.

Los microcatéteres presentan un diámetro interno entre las 0,012 y 0,028 pulgadas pudiendo aceptar la gama completa de microcoils. Para la embolización que requiere grandes volúmenes de partículas y estas relativamente grandes (por ejemplo, la embolización de la arteria uterina para fibromas), hay que buscar aquellos microcatéteres con lumen interno más grande para minimizar el riesgo de oclusión del catéter.

Hay dos variaciones en estos microcatéteres que son clínicamente útiles: microcatéteres hidrofílicos de bajo perfil y microcatéteres dirigidos por flujo.

- Los microcatéteres de bajo perfil son útiles cuando el intervencionista necesita cateterizar arterias muy pequeñas. Ambos microcatéteres presentan diseños trenzados. Los de bajo perfil son muy útiles para la embolización de arterias intestinales en sangrados gastrointestinales (tales como el sangrado diverticular), esto es para cateterizar arterias al nivel del borde mesentérico. La desventaja de los microcatéteres de bajo perfil es su luz ligeramente más pequeña (0,014 pulgadas). No se pueden pasar fácilmente microcoils de 0,018 pulgadas a su través.
- El segundo tipo de microcatéter es el microcatéter dirigido por flujo, estos tienen un vástago trenzado que está unido a un extremo muy blando y no trenzado. Ejemplos son el Spinnaker y Regatta. Estos catéteres presentan dificultades cuando es necesario hacer avanzar el microcatéter en un vaso largo y muy tortuoso hasta alcanzar el punto deseado de embolización. Son particularmente útiles para la embolización de nidus de malformación arteriovenosa en el cerebro, ya que pueden ser avanzados a lo largo del pedículo de alimentación hasta el nido. Estos catéteres requieren una microguía de menor diámetro porque la punta blanda puede colapsarse

fácilmente sobre la guía. La guía de Mizzen es una guía de nitinol hidrofílica que es compatible con este tipo de catéter. Viene en tres diferentes grados de rigidez. La rigidez estándar es adecuada para la mayoría de situaciones. Estos microcatéteres guiados por flujo limitan los materiales embólicos que se pueden usar. Se pueden usar partículas de PVA de hasta 350-500 μm , aunque se debe usar una solución diluida de partículas para no atascar el lumen del catéter. De la misma manera, el único coil que se puede usar con los catéteres dirigidos por flujo es el coil líquido Berenstein de 0,010 pulgadas de diámetro.

b. Agentes embólicos microcatéter

I. Gelfoam

La embolización con Gelfoam es posible a través de la mayoría de los microcatéteres. Si se utilizan torpedos Gelfoam, deben ser más pequeños que los utilizados para catéteres de diámetro estándar. Estos torpedos se suministran con jeringas *Luer Lock* de 1 ml para generar suficiente presión hidráulica para empujar la compresa de Gelfoam a través del estrecho lumen del microcatéter. También puede utilizarse la suspensión de Gelfoam, aunque debe tenerse cuidado para no ocluir el catéter a través del cual se emiten los émbolos.

II. Partículas de PVA

Las limitaciones en el uso de partículas de PVA con microcatéteres están relacionadas principalmente con la oclusión del catéter. El uso de partículas de tamaño pequeño (hasta 500 μm) generalmente no presenta problemas. Pueden utilizarse partículas más grandes, pero se debe tener cuidado para evitar la oclusión del catéter. El uso de suspensiones diluidas de partículas asociadas con lavado frecuente del catéter minimizará las oclusiones. El uso de microcatéteres de mayor diámetro interno (por ejemplo, el Mass Transit) también ayuda a minimizar las dificultades en la entrega de partículas grandes de PVA.

III. Coils empujables

Los coils compatibles con sistemas de microcatéter están disponibles en varios fabricantes. Los coils están disponibles con formas recta o con curvas únicas o múltiples, con longitudes que varían entre 1-60 cm y diámetro que varían entre 2-100 mm. Los coils helicoidales complejos también están disponibles para

el uso con microcatéter. La mayoría de estos tienen Dacrón para promover la trombosis. Los *coils* Tornado son excelentes para producir un paquete compacto de *coils* cuando se está ocluyendo una arteria; son suaves, sin embargo, no son apropiados a modo de primer *coil* desplegado en la arteria. Los *coils* Vortex son más rígidos pudiendo ser utilizados a modo de "primer *coil*".

IV. *Coils* liberables

Son *coils* de hilo de platino blando unidos a una guía empujadora por una unión de soldadura, que puede desprenderse electrolítica o mecánicamente conectando el eje del hilo a una corriente eléctrica. La corriente se produce a partir de una batería suministrada por el fabricante. Permiten un gran control sobre el posicionamiento del *coil*, con la opción de retirar el *coil* antes del despliegue. Están disponibles en diámetros de 2 a 3 mm y en gran variedad de longitudes. No son particularmente trombogénicos. Existen versiones más trombogénicas con revestimiento de fibra, estando disponibles en diámetros de 2,3 mm (mínimo) a 2-6 mm (máximo) y en longitudes de 3 a 11,5 mm. Todos ellos pasan por un microcatéter de 0,018 pulgadas de diámetro.

V. *Coils* de metal líquido Berenstein

Las *coils* metálicas líquidas de Berenstein son alambres de platino inyectables, hechos de material similar al de los *coils* liberables. Se suministran dentro de un catéter corto de almacenamiento de longitud apropiada. La punta de este catéter de almacenamiento se coloca en el eje del microcatéter y el *coil* se inyecta suavemente en el microcatéter con una jeringa de 1 o de 3 ml con lo que el *coil* se despliega. Se suministran en diámetros de 0,018 y 0,010 pulgadas, y en longitudes de 1,5, 2,2, 5, 10 y 20 cm. Los tamaños más útiles son los de 2,2, 5 y 10 cm. Cuando se inyectan, avanzarán por la arteria a una distancia variable.

VI. Micro*coils* Tubman

Los micro*coils* Tubman son micro*coils* inyectables que consisten en fibras conectadas a una *coil* corto. Se despliegan hidráulicamente de manera similar a una *coil* de metal líquido Berenstein, pero sólo se puede inyectar a través de un microcatéter de lúmenes de 0,018 pulgadas. Igualmente, migrarán por la arteria embolizada durante una distancia variable.

D. ESCENARIOS CLÍNICOS PARA EMBOLIZACIÓN DE VASOS PEQUEÑOS

1. Oclusión permanente de vasos pequeños

Esta situación clínica se produce cuando el vaso anormal es demasiado pequeño para visualizarse de forma clara angiográficamente, estando indicado una oclusión permanente. En estos escenarios una pregunta debe ser respondida: ¿Es deseable la muerte tisular? En situaciones en las que no se desea la muerte celular del tejido/órgano subsidiario del vaso a embolizar, se usan partículas grandes (>300 µm); situaciones tales como algunas embolizaciones tumorales selectivas, de miomas uterinos, embolizaciones arteriales bronquiales, o sangrados gastrointestinales de pequeño vaso. Como regla general, cuanto mayor sea el tamaño de las partículas, menos probable es el riesgo de isquemia. En situaciones en las que la muerte del tejido es un punto asumible o incluso deseable, se utilizan agentes líquidos esclerosantes (alcohol absoluto, tetradecil sulfato de sodio) y cianoacrilatos u Onyx, (si bien en estos dos últimos casos no necesariamente ocurrirá isquemia). Situaciones tales como malformaciones arteriovenosas, embolizaciones tumorales superselectivas y procedimientos de ablación renal transcatéter renales. El ethiodol y la trombina también pueden ser utilizados ya que provocan la oclusión a nivel de vasos muy pequeños.

2. Oclusión temporal de vasos pequeños

Esta situación clínica es a la que menos frecuentemente nos enfrentaremos. Rara vez se utiliza, en vasos pequeños oclusiones temporales que puedan causar isquemia tisular, pero que al mismo tiempo permitan la recanalización del vaso. Tales entornos clínicos implican típicamente embolizaciones tumorales, en las que el operador sabe que va a volver con otra ronda de tratamiento. Para estas situaciones usaremos agentes tales como Gelfoam en polvo o pasta, microesferas de almidón, y Avitene.

| ENFOQUE Y ALGORITMO

Una vez decidida que técnicamente el vaso puede ser embolizado de forma segura y sin poner en riesgo viabilidad de órgano/s de él dependiente; tal y como se comentó al principio, tres preguntas deben ser considerados:

1. ¿Cómo de grande es el vaso a embolizar? Clásicamente se considera vaso grande cualquier vaso que se puede ver angiográficamente. Vasos más

pequeños que la resolución de la angiografía por sustracción digital son considerados pequeños.

2. ¿Cuánto tiempo debe permanecer el vaso ocluido tras la embolización? La oclusión temporal implica la oclusión del vaso desde horas a semanas; la oclusión permanente se explica por sí misma.
3. ¿Debería el tejido embolizado permanecer viable tras la embolización? La isquemia es a menudo el resultado (intencional o no) de la embolización. La muerte celular/ tisular intencional se deriva del uso de determinados agentes específicos.

Al responder a cada una de estas preguntas el operador irá disminuyendo progresivamente la lista de agentes apropiados para el caso en cuestión que tiene entre manos. Con la amplia gama de agentes embólicos disponibles en el mercado, la confusión es la regla más que la

excepción en la elección del apropiado. Al adoptar un enfoque estandarizado, estructurado para cada situación clínica, el operador puede optar por un agente apropiado. Hacer las tres preguntas simples descritas: tamaño de los vasos, oclusión permanente o temporal, y si la muerte de órganos es deseable; ayudará al radiólogo intervencionista a decidir.

La creciente variedad y utilidad de en el arsenal material junto con las mejoras de las técnicas de imagen han mejorado de forma significativa los resultados en los casos de embolización. Todo ello, combinado con una mejor comprensión basada en la publicación continua de resultados a corto y largo plazo, ha supuesto que la embolización está firmemente arraigada en nuestra práctica diaria.

A pesar de este progreso, parece que estamos empezando a rascar la superficie del potencial de la embolización.

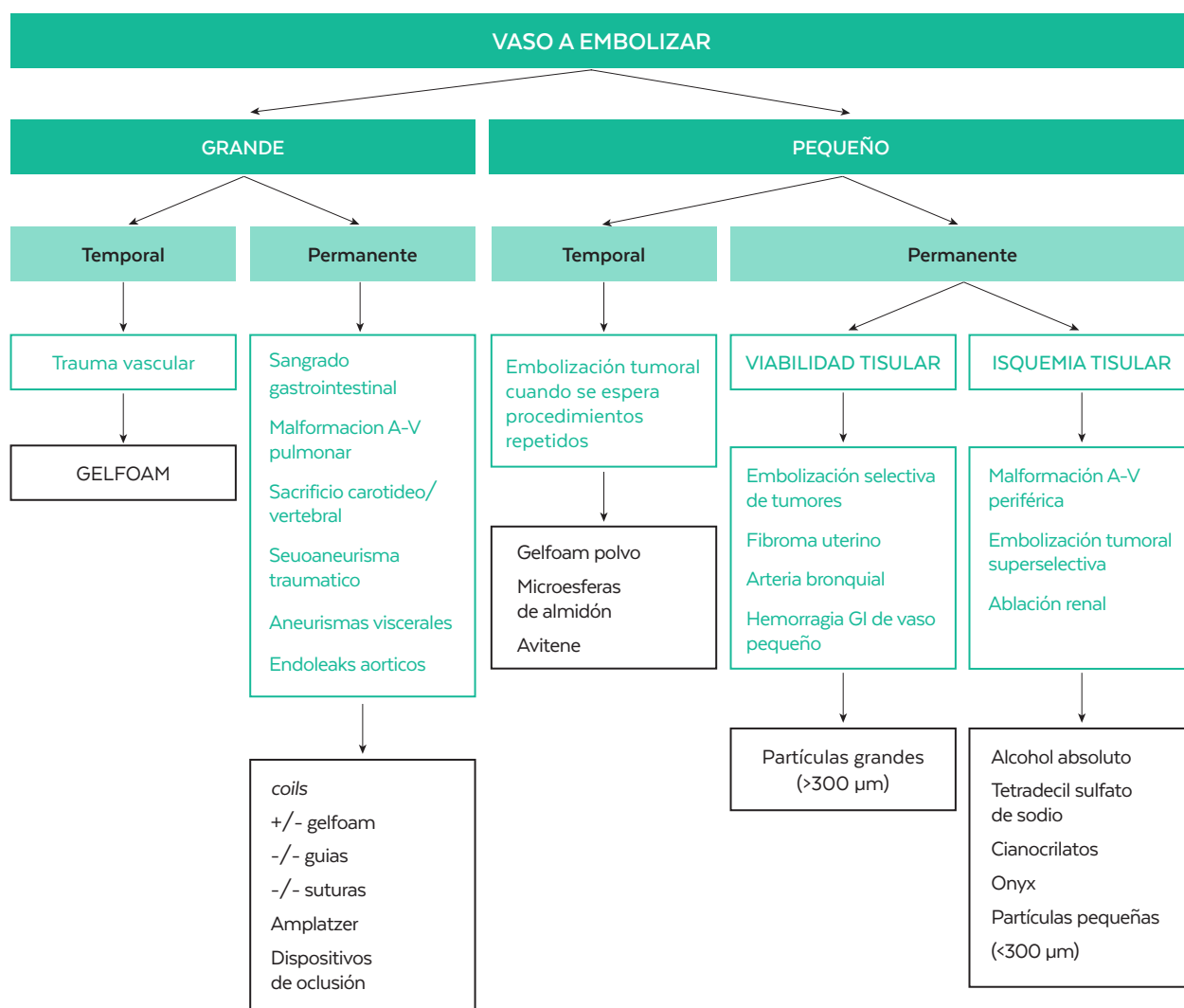


Figura 1. Algoritmo de trabajo en embolización

Junto a titulares que anuncian mejores resultados en las indicaciones clásicas, aparecen resultados optimistas en aplicaciones totalmente nuevas, tales como la hiperplasia prostática benigna (HBP), el manejo del dolor osteoarttrítico y las hemorroides.

EMBOIZACIÓN DE ARTERIAS PROSTÁTICAS EN HBP

Los síntomas del tracto urinario inferior (STUI) son dolencias comunes que resultan de la HBP. Aproximadamente la mitad de todos los hombres con un diagnóstico histológico de HBP tienen STUI moderados a graves. Los síntomas incluyen nicturia, frecuencia urinaria, urgencia, disminución del flujo de orina, vacilación y vaciamiento incompleto de la vejiga.

Como tratamiento de primera línea, los α -bloqueantes, los inhibidores de la 5 α -reductasa y la terapia combinada han demostrado ser eficaces tanto en ensayos como en la práctica clínica.

Los efectos secundarios más comunes de estos agentes son hipotensión ortostática, mareos, cansancio, eyacuación retrógrada y congestión nasal. La intervención quirúrgica es una opción de tratamiento adecuado para los pacientes con STUI de moderados a graves y para los pacientes que han desarrollado retención aguda de orina (RAU) u otras complicaciones relacionados con la HBP. La resección transuretral de la próstata (RTUP) sigue siendo el “estándar de oro” del tratamiento intervencionista para las próstatas pequeñas y la prostatectomía abierta normalmente se realiza en pacientes con volúmenes de próstata mayores de 80-100 g. Una complicación de RTUP es el síndrome TUR, una hiponatremia dilucional que se produce cuando la solución de irrigante se absorbe en el torrente sanguíneo. Otras complicaciones que se han informado son: disfunción eréctil, trastornos de la eyacuación, síntomas irritantes de la micción, contractura del cuello de la vejiga, transfusión de sangre, ITU, hematuria, incontinencia urinaria temprana, estenosis de uretra y recurrencia de síntomas. También existe un mayor riesgo asociado a prostatectomía abierta que la RTUP de: pérdida de sangre, transfusiones y hospitalizaciones prolongadas. Recientemente, las técnicas mínimamente invasivas, como la termoterapia transuretral de microondas, termoablación láser intersticial, la ablación transuretral con aguja, y la termoterapia inducida por agua, se han indicado para el tratamiento de las complicaciones de la HBP.

La embolización de las arterias de la próstata se ha utilizado durante muchos años para controlar hemorragias graves después de biopsia o prostatectomía.

El primer caso publicado en el que se reconoció que la embolización de la arteria prostática (PAE) podría tener un efecto terapéutico en la HBP fue en 2000 por DeMeritt. El primer tratamiento intencional de la HBP con PAE en humanos fue realizado por Carnevale en junio de 2008 y publicada en 2010.

1. Selección de pacientes

Un equipo multidisciplinario de radiólogos intervencionistas, radiólogos diagnósticos y urólogos debe participar en la selección y en el seguimiento de los pacientes. Los candidatos a PAE deben estar en lista de espera para TURP (tamaño de la próstata entre 30 y 90 g) o cirugía abierta (>90 g) y refractarios o intolerantes a los α bloqueantes selectivos o/y a la 5 α reductasa. Los pacientes generalmente detienen la medicación el día de PAE.

El Índice Internacional de Síntomas de la Próstata (IPSS, evaluado como leve, moderado y grave) y el Índice Internacional de Función Eréctil (IIEF, evaluado como grave, moderado, leve a moderado, leve y sin disfunción) suelen ser usados como herramientas de evaluación. Antes de la intervención, el urólogo realiza un examen rectal digital, niveles de PSA y biopsia de próstata, si está indicada. Pacientes que deben someterse a biopsia de próstata —con un mínimo de 12 núcleos— antes de plantear embolización tras informe negativo de la biopsia:

- hallazgos en examen rectal que sugieran posibilidad de cáncer
- pacientes con niveles de PSA >10 ng/ml
- pacientes con niveles de PSA entre 2, 5 y 10 ng/ml con PSA libre <25 %
- paciente con resultados de cistoscopia sospechosos de cáncer de vejiga.

Las contraindicaciones generales para PAE son: atonía de la vejiga, trastorno de la vejiga neurogénica u otro trastorno neurológico que afecta la función de la vejiga (por ejemplo, esclerosis múltiple), estenosis uretral, contractura del cuello de la vejiga, anomalías del esfínter, obstrucción urinaria debido a causas distintas de HBP, grandes divertículos vesicales o piedras, insuficiencia renal crónica, ITU activa.

Tras biopsia el paciente esperara treinta días para realizar embolización prostática.

Pacientes con obstrucción infravesical debido a próstatas agrandadas en asociación con trastornos de la vejiga y hipocontractilidad del músculo detrusor no son buenos candidatos para PAE.

Se establecerá un protocolo con técnicas diagnósticas por imagen (ultrasonidos, TC, TM) con vista a valoración de condicionantes morfológicos que indiquen o contraindiquen el procedimiento.

2. Técnica PAE

La intervención se realiza bajo anestesia local de forma ambulatoria en la sala de radiología intervencionista después de que los pacientes hayan firmado el consentimiento informado. Se administra una dosis intravenosa de 400 mg de ciprofloxacino antes del procedimiento seguido de 500 mg por vía oral dos veces al día durante 7 días después de la PAE. Los pacientes también reciben analgésicos no opioides y medicamentos antiinflamatorios no esteroideos después de la embolización, si es necesario. La intervención se puede realizar mediante un abordaje arterial femoral. Los pulsos femorales deben ser examinados antes de elegir el mejor sitio de punción. Para proporcionar una buena orientación en el sitio de la próstata y las estructuras relacionadas en la pelvis, un globo Foley se puede introducir en la vejiga llenando el globo con una mezcla del 30 % de medio de contraste yodado y 70 % de solución salina normal. Se utiliza sólo durante el procedimiento y proporciona una mejor imagen, así como comprensión de la próstata, ramas de la arteria ilíaca interna y estructuras relacionadas evitando complicaciones subsiguientes a embolización no objetivo. Conocer la anatomía vascular de la próstata es esencial para la práctica clínica. Debido a muchas anastomosis y ramas arteriales a estructuras pélvicas relacionadas, se han utilizado diversas nomenclaturas para las arterias que suministran la próstata. Los nombres, tales como arteria vesical inferior (IVA), arteria prostatovesical, arteria vesicoprostatica y arteria prostática, se pueden encontrar en las publicaciones. Consideramos el IVA como la arteria prostática principal, según la nomenclatura de los urólogos. Por lo general, se presenta como la segunda o tercera rama del tronco anterior de la arteria ilíaca interna.

La angiografía pélvica inicial se realiza con una inyección de bomba (20 ml a 10 ml/s) para evaluar los vasos ilíacos y las arterias prostáticas durante las fases arterial y tardía. Después de cruzar la bifurcación aórtica realizamos arteriograma selectivo de la arteria ilíaca interna con un catéter vertebral o cobra-2 de 5 Fr (12 ml a 4 ml/s)

para evaluar el aporte sanguíneo a la próstata. El catéter diagnóstico de 5 Fr debe colocarse en el tronco ilíaco interno para evitar la pérdida en la visualización de cualquier rama que surja de la división anterior y posterior. No es infrecuente encontrar un IVA que surja como un pedículo común con la arteria vesical superior (también llamada arteria umbilical) siendo la primera rama de la división anterior. Para el cateterismo de la arteria ilíaca interna ipsilateral se puede utilizar el catéter Simmons I o II, así como el mismo catéter vertebral.

La mejor proyección para identificar el IVA y la mayoría de las ramas accesorias a la próstata es la visión ipsilateral oblicua 25-55°. Una vista caudal (10-20°) puede ayudar a identificar algunas ramas de la vejiga. Después de realizar el arteriograma ilíaco interno, se debe prestar atención a las arterias que alimentan el área inmediatamente debajo del globo. En esta vista, las ramas de la división anterior se enderezan, las ramas de la próstata permanecen en anterior, y las ramas rectales en posterior. El acrónimo PROVISIO es un truco muy útil para recordar los nombres de las arterias y la mejor proyección durante el arteriograma (Pudenda interna, Rectal media, Obturador, Vesical Inferior y Superior bajo la vista Oblicua).

La cateterización del IVA se realiza utilizando la misma proyección oblicua ipsilateral en la técnica de "roadmap". Con el microcatéter colocado en el IVA, la arteriografía se realiza mediante la inyección manual de 2-3 ml de medio de contraste. La vista oblicua ipsilateral es útil para identificar cualquier rama colateral, el pequeño grupo de arterias que alimentan la uretra, la glándula central y las arterias capsulares. La vista posterior-anterior es más anatómica y ayuda a identificar algunas ramas lobares prostáticas contralaterales y la fase parenquimatosa. El microcatéter debe ir profundamente en el IVA, en el ostium de las arterias prostáticas realizando la embolización bajo flujo directo. Se debe tener cuidado con la posición de la punta del microcatéter para evitar el espasmo o disección de las diminutas ramas intraprostáticas. En cuanto a la posición del microcatéter para la embolización, lo definimos como la embolización distal cuando la punta del microcatéter se coloca en el origen de las ramas intraprostáticas (en comparación con embolización proximal cuando la punta del microcatéter está en el origen o trayecto inicial de IVA. En esta posición proximal, hay un mayor riesgo de embolización no objetivo, especialmente en el recto o la vejiga. La arteriografía diagnóstica en esta posición es muy importante para identificar las ramas

de la próstata y así evitar la embolización no objetivo, así como ocluir los colaterales-*shunts* de ser necesario. El uso de microcatéteres hidrofílicos de pequeño diámetro es obligatorio y puede facilitar el cateterismo de las arterias prostáticas, disminuyendo el procedimiento y los tiempos de fluoroscopia. Cuando se produce vasoespasmo, se puede usar nitroglicerina, pero tiene una utilidad limitada debido a la aterosclerosis severa en estas arterias. A veces el proceder al lado contralateral puede ser una buena estrategia mientras se espera el alivio del vasoespasmo.

3. Embolización

Pueden usarse distintos agentes embólicos tales como partículas embolizantes de 300-500 o de 100-300 μm que han presentado excelentes resultados técnicos y clínicos después de más de 5 años de seguimiento en los pacientes iniciales. A cada jeringa de 2 ml de microesferas se añaden 10 ml de medio de contraste yodado y 10 ml de solución salina, dando como resultado un volumen total de 22 ml de contraste al 50 % y solución salina al 50 %. El uso de alta dilución y una inyección muy lenta es esencial para evitar la oclusión proximal temprana y para lograr el objetivo de la isquemia difusa de la glándula. La mezcla se inyecta lentamente bajo guía fluoroscópica. Utilizamos una jeringa de inyección de 1 cc para la embolización. Requiere al menos 10-15 minutos para lograr el "endpoint" deseado. Se sugiere esperar 3-5 minutos después de la estasis inicial para evaluar la recanalización potencial y enjuagar el microcatéter con solución salina tratando de empaquetar las microesferas dentro de la próstata. Si continuamos observando flujo continuo debe inyectarse más agente embólico. Al final de la embolización, se observa una fase venosa "ruborizada" con la que consideraremos esta estasis total como el punto final. De modo general, será suficiente con una jeringa de 2 ml de microesferas para el PAE bilateral. Para finalizar retiraremos el microcatéter al origen del IVA y realizaremos una inyección manual para el control final y para buscar ramas prostáticas adicionales. Si existe alguna duda con respecto a otras ramas alimentadoras de la próstata, se debe realizar una arteriografía de seguimiento utilizando una bomba con el catéter 5 Fr en la arteria ilíaca interna común para comprobar si hay más suministros de sangre a la próstata. Si cualquier rama prostática accesoria no es embolizada, pueden producirse resultados clínicos insuficientes a largo plazo. La embolización en el lado contralateral se efectúa realizando la misma técnica.

Las arterias vesicales inferiores bilaterales y cualquier otra rama prostática deben ser embolizadas para lograr una isquemia óptima de la próstata.

Después del procedimiento, los pacientes permanecen 24 h sin mover la pierna puncionada para evitar complicaciones hemorrágicas. Si se utiliza un dispositivo de cierre vascular se puede reducir el tiempo de reposo. Durante este tiempo de reposo después de PAE, el uso del globo Foley es muy importante, porque los pacientes pueden evacuar sin esfuerzo, lo que reduce el riesgo de complicaciones en el sitio de punción. El catéter de Foley se elimina después de 2-4 h en pacientes sin RAU y el paciente es dado de alta.

La embolización de la arteria prostática no es un procedimiento doloroso. Los pacientes típicamente reciben hidratación oral, analgésicos no opioides, antibióticos y antiinflamatorios no esteroideos. Se indica el inhibidor de la bomba de protones para la protección gástrica y duodenal. La disuria y la micción frecuente son los síntomas más comunes inmediatamente después de PAE y duran generalmente durante 3-5 días. Los pacientes se mantienen en contacto durante la primera semana y regresan a la consulta un mes después del procedimiento.

4. Éxito Técnico y Clínico y Complicaciones

Consideramos que éxito técnico cuando se han embolizado las principales arterias prostáticas. El propósito de PAE es producir tanta isquemia glandular como sea posible, porque se ha observado que los resultados clínicos y urodinámicos a largo plazo se correlacionan con la isquemia prostática.

El éxito clínico se define por varios criterios: la retirada del catéter Foley en pacientes con RAU, mejoría de los síntomas STUI, ausencia de trastornos sexuales o secundarismos al tratamiento.

La inflamación de la próstata y la isquemia postembolización se reflejan en una elevación (10-20 veces) del PSA inmediatamente después del procedimiento. Tras un mes el PSA cae a valores normales y se mantiene a través del tiempo.

El síndrome post-PAE (náuseas, vómitos, fiebre en ausencia de infección, ardor uretral peri prostático o dolor pélvico, muy pequeñas cantidades de sangre en la orina y/o mezclada en las heces con moco durante 2-3 días) suele ser leve lo que permite el alta en el mismo día del procedimiento. Ninguno de estos incidentes requiere el tratamiento, y todo se suele resolver espontáneamente.

| EMBOLIZACIÓN DE ARTERIA RECTAL SUPERIOR EN EL TRATAMIENTO DE HEMORROIDES

El desarrollo de técnicas endovasculares ofrece nuevas posibilidades para el tratamiento de enfermedades vasculares que se manejaban con tratamientos más agresivos. De éstas, las hemorroides internas han sido sometidas a cambios importantes. La ligadura arterial hemorroidal con guía ecográfica doppler ha expandido el potencial oclusivo mediante ligadura de los aportes arteriales de los nodos hemorroidales. Tras disminuir y normalizarse el tamaño, las hemorroides internas restantes continúan ayudando a la continencia anal. Aunque las complicaciones locales tales como las infecciones, el traumatismo del esfínter y el síndrome de dolor anal siguen siendo un problema, la ligadura de la arteria hemorroidal guiada por ultrasonido Doppler y otras técnicas mínimamente invasivas han reducido su incidencia.

Más recientemente, también se ha aplicado la embolización arterial en pacientes con hemorroides internas. Esta técnica es el último tratamiento para las hemorroides sintomáticas y se basa en la embolización de la arteria rectal superior (SRA, por sus siglas en inglés). La angiografía de SRA permite una evaluación completa de la arquitectura rectal y, si es necesario, una oclusión de sus ramas distales. Debido a que es una técnica emergente, sus características fisiológicas y resultados histológicos aún no están completamente evaluados.

1. Técnica de embolización

Tras Seldinger femoral bajo anestesia local se coloca catéter de guía (6-F o 7-F) en el origen de la arteria mesentérica inferior para el angiograma selectivo. Este se realiza utilizando 10-15 ml de contraste yodado no iónico. A través de un catéter 5-F alojado por encima del punto de división de la arteria rectal superior (SRA) en sus ramas distales, se procede a la embolización. Se usan partículas de PVA de diámetro pequeño (300 µm) que permiten ocluir las ramas distales del SRA y a continuación la embolización se completa con *coils* metálicos de 3-5 mm que se colocan en el tronco SRA. Esta técnica de embolización proporciona una embolización más distal a nivel de plexo hemorroidal mediante las partículas mientras se evita la recarga de SRA a través de arterias rectales medias (MRA) a través del “stop” condicionado por los *coils* metálicos.

La embolización con partículas no aumenta el riesgo de isquemia anorrectal. La ausencia de isquemia se

explica por la presencia de anastomosis con la arteria rectal inferior. Por lo tanto, la embolización con partículas coincide con la técnica de ligadura de la arteria hemorroidal guiada por ultrasonido Doppler y, de hecho, en esta técnica, las SRA se ligan por debajo de la sínfisis púbica. Por lo tanto, las anastomosis de MRA están cerradas pero las anastomosis de la arteria rectal inferior (IRA) persisten. Las partículas de 300 µm no pasan las anastomosis de IRA.

La intervención endovascular se mantiene hasta alcanzar el “endpoint” (es decir, ausencia de flujo en las ramas distales SRA ni opacificación de las ramas terminales en la proyección de las hemorroides). Después del procedimiento se aplica un vendaje compresivo en el sitio de punción y se mantiene reposo en cama durante 8-12 horas.

2. Seguimiento

Un mes después del procedimiento se reevalúa a los pacientes sometiéndolos a ultrasonido Doppler a través de rectoscopia. Se cuantifica el flujo sanguíneo a nivel de los nodos hemorroidales rectales, así como realizarse valoración de los segmentos de la mucosa inter-nodal del colon sigmoideo distal. La función del esfínter anal se evalúa un mes después de la embolización con un registro electromiográfico del esfínter anal en reposo y durante la contracción forzada.

| EMBOLIZACION EN OSTEOARTRITIS Y APLICACIONES EN ALIVIO DEL DOLOR

Los trastornos musculoesqueléticos son comunes y pueden causar dolor crónico severo y discapacidad, lo que lleva a una carga socioeconómica significativa. A pesar del gran número de pacientes afectados por estas condiciones, la fuente de dolor sigue siendo poco clara, y un número significativo de pacientes son resistentes a las terapias convencionales. Los estudios han demostrado que la angiogénesis puede contribuir al dolor crónico, permitiendo el crecimiento de fibras nerviosas no mielinizadas. Estos dos fenómenos están estrechamente relacionados; hay estudios donde histopatológicamente se ha demostrado la existencia de neovasos anormales con acompañamiento de fibras nerviosas en tejidos de varias enfermedades dolorosas, tales como osteoartritis, hombro congelado y lesiones por uso excesivo (p.e. tendinitis y entesopatía). Además, se ha observado que la neoangiogénesis contribuye a la génesis y mantenimiento de la inflamación.

Con el advenimiento de nuevas tecnologías intervencionistas, la embolización de pequeños neovasos anormales se ha hecho posible y parece ser un método potencial para tratar el dolor crónico de características musculoesqueléticas.

Este innovador enfoque endovascular para tratar el dolor musculoesquelético resistente parece prometededor y podría ofrecer una opción nueva y efectiva para el control del dolor. Es obvio que el perfil de eficacia y seguridad de esta nueva aplicación de embolización debe ser estudiado a mayor escala y debe ser probado en ensayos controlados de alta calidad para evaluar la verdadera eficacia de este procedimiento. Es importante tener en cuenta que este procedimiento sigue siendo más invasivo que otros tratamientos mínimamente invasivos utilizados rutinariamente para el control del dolor y, por lo tanto, su valor agregado en el manejo del dolor debe ser rigurosamente probado.

I. Selección de pacientes:

Pacientes que presentan dolor crónico refractario a terapias convencionales durante al menos 3 meses. El paciente recibirá información completa acerca de los tratamientos disponibles y los posibles riesgos, beneficios, así como los potenciales resultados de la embolización transarterial como opción de tratamiento alternativo. Los criterios de exclusión son: infección local, malignidad, aterosclerosis avanzada, artritis reumatoide y cirugía previa.

Los pacientes con dolor espontáneo, como dolor de reposo o dolor nocturno, frecuentemente tienen vasos anormales (valorables angiográficamente la angiografía) ubicados en el área dolorosa con lo que serían ser buenos candidatos para la emboloterapia. La hipersensibilidad local durante el examen físico es un buen indicador de existencia de neovasos anormales y por tanto es un signo que sugiere que la emboloterapia podría ser una opción adecuada.

La imagen diagnóstica contribuye a la selección adecuada del paciente. Hipervascularización anormal se puede observar en ecografía Doppler y resonancia magnética.

II. Procedimiento embolizador, consideraciones

El acceso arterial radial es el elegible para los procedimientos de codo u hombro, y el acceso a la arteria femoral es el usado de manera anterógrada ipsilateral cuando nos dirigimos a las articulaciones de la rodilla y pie. Utilizaremos un catéter de 3 o 4 F.

En la angiografía se aprecia nítidamente la neovascularización en el sitio del dolor; vasos anormales que se muestran excesivos, desorganizados y con *shunts* arteriovenosos (valorables en fase venosa temprana).

En tanto al material embolico distinguimos

- a. imipenem/cilastatina sódica (IPM/CS): antibiótico ligeramente soluble en agua, que cuando está suspendido en medio de contraste, forma partículas de 10 a 70 μm que ejercen un efecto embólico. En jeringas de bombeo y por unos 10 segundos se prepara una suspensión de 0,5 g de IP /CS en 5 ml de contraste yodado; se inyectará de 0,2 en 0,2 ml hasta que el flujo de sangre se pare.
- b. microesferas pequeñas calibradas.

1. Osteoartritis de rodilla

La osteoartritis de rodilla es una fuente importante de dolor y discapacidad en la población anciana. Los síntomas menores pueden ser controlados con analgésicos mientras que en el caso de osteoartritis severa y etapas terminales el tratamiento habitual será la artroplastia total de articulación. Sin embargo, la artritis moderada, que es resistente a opciones no quirúrgicas y no es lo suficientemente severa como para justificar una cirugía de reemplazo articular, representa un reto en su manejo. Hay estudios que demuestran un excelente alivio del dolor tras emboloterapia en pacientes con cambios degenerativos moderados. Este hecho indica que el dolor en la osteoartritis no proviene necesariamente de la degeneración y pérdida del cartílago. Los hallazgos muestran neovasos anormales dentro de los tejidos blandos periarticulares incluyendo la sinovial y el periostio alrededor del cóndilo medial, la almohadilla de grasa infrapatelar, la base del menisco medial y el lado medial de la cápsula articular. La embolización determina una reducción del dolor en dos puntos evolutivos: poco después de la embolización (los pacientes afirmaron que su sensibilidad disminuye unos minutos después de infundir la suspensión de IPM/CS o las microesferas calibradas de 75 μm) y varias semanas o meses después de la embolización.

2. Hombro congelado (Capsulitis adhesiva)

El hombro congelado es una condición de etiología incierta que se caracteriza por la restricción dolorosa del movimiento del hombro. Es un trastorno autolimitado que generalmente se resuelve en el rango de 1 a 3 años, pero el dolor residual es uno de los temas

más importantes en su manejo. Tras el tratamiento no quirúrgico, el 27 % de los pacientes tiene dolor leve o moderado en los primeros 1,8 años de seguimiento, mientras el 35 % tiene dolor residual a los 7 años. Cuando la terapia conservadora no es eficaz, a veces se necesitan enfoques más invasivos, tales como la distensión capsular bajo anestesia, o la liberación artroscópica capsular. Sin embargo, no se ha llegado a un consenso sobre el tratamiento óptimo para la capsulitis adhesiva que sean resistente a las opciones tradicionales conservadoras. La embolización arterial transcatóter mediante IPM/CS se ha realizado con seguridad y ha resultado en una mejora significativa de los síntomas del dolor, el rango de movimiento y la función del hombro en el seguimiento a corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abada HT, Golzarian J. Gelatine sponge particles: handling characteristics for endovascular use. *Tech Vasc Interv Radiol* 2007;10:257-260
2. Ashraf S, Mapp PI, Walsh DA. Contributions of angiogenesis to inflammation, joint damage, and pain in a rat model of osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2011;63:2700-2710
3. Bauer JR, Ray CE Jr. Embolization agents. In: Mauro M, Murphy K, Thomson K, Venbrux A, Zollikofer C, eds. *ImageGuided Interventions*. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2008: 131-139
4. Bilhim T, Pisco JM, Furtado A et al (2011) Prostatic arterial supply: demonstration by multirow detector angio CT and catheter angiography. *Eur Radiol* 21(5):1119-1126
5. Carnevale FC, Antunes AA. Prostatic artery embolization for enlarged prostates due to benign prostatic hyperplasia. How I do it. *Cardiovasc Intervent Radiol* [Internet]. 2013 Dec 1 [cited 2016 Dec 14];36(6):1452-63
6. Carnevale FC, da Motta-Leal-Filho JM, Antunes AA et al (2013) Quality of life and clinical symptoms improvement support prostatic artery embolization for patients with acute urinary retention due to benign prostatic hyperplasia. *J Vasc Interv Radiol* 24(4):535-542
7. Clegg EJ (1955) The arterial supply of the human prostate and seminal vesicles. *J Anat* 89:209-216
8. Endovascular Today - Embolization for Osteoarthritis and Other Pain Relief Applications (April 2015) [Internet]. [cited 2016 Dec 13]. Available from: <http://evtoday.com/2015/04/embolization-for-osteoarthritis-and-other-pain-relief-applications>
9. Howington JU, Kerber CW, Hopkins LN. Liquid embolic agents in the treatment of intracranial arteriovenous malformations. *Neurosurg Clin N Am* 2005;16:355-363, ix-x
10. Kaufman SL, Strandberg JD, Barth KL, et al: Transcatheter embolization with microfibrillar collagen in swine. *Invest Radiol* 13:200-204, 1978
11. Laurent A. Microspheres and nonspherical particles for embolization. *Tech Vasc Interv Radiol* 2007;10:248-256
12. Loffroy R, Guiu B, Cercueil JP, Krause D. Endovascular therapeutic embolisation: an overview of occluding agents and their effects on embolised tissues. *Curr Vasc Pharmacol* 2009;7:250- 263
13. Okuno Y, Matsumura N, Oguro S. Transcatheter arterial embolization using imipenem/cilastatin sodium for tendinopathy and enthesopathy refractory to nonsurgical management. *J Vasc Interv Radiol*. 2013;24:787-792. 7. Okuno Y, Oguro S, Iwamoto W, et al. Short-term results of transcatheter arterial embolization for abnormal neovessels in patients with adhesive capsulitis: a pilot study. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23:e199-206
14. Okuno Y, Korchi AM, Shinjo T, et al. Transcatheter arterial embolization as a treatment for medial knee pain in patients with mild to moderate osteoarthritis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015;38:336-343
15. Pollak JS, Saluja S, Thabet A, Henderson KJ, Denbow N, White RI Jr. Clinical and anatomic outcomes after embolotherapy of pulmonary arteriovenous malformations. *J Vasc Interv Radiol* 2006;17:35-44, quiz 45

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

16. Pufe T, Petersen WJ, Mentlein R, et al. The role of vasculature and angiogenesis for the pathogenesis of degenerative tendons disease. *Scand J Med Sci Sports*. 2005;15:211-222
17. Vidal V, Louis G, Bartoli JM, Sielezneff Y. Embolization of the hemorrhoidal arteries (the emborrhoid technique): a new concept and challenge for interventional radiology. *Diagn Interv Imaging* 2014;95:307–15
18. Vidal V, Sapoval M, Sielezneff Y, et al. Emborrhoid: a new concept for the treatment of hemorrhoids with arterial embolization: the first 14 cases. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2015;38:72–8
19. Wei JT, Calhoun E, Jacobsen SJ (2005) Urologic disease in America project: benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 173(4): 1256–1261
20. Woodhams R, Nishimaki H, Ogasawara G, et al. Imipenem/cilastatin sodium (IPM/CS) as an embolic agent for transcatheter arterial embolisation: a preliminary clinical study of gastrointestinal bleeding from neoplasms. *Springerplus*. 2013;2:344
21. Zakharchenko A, Kaitoukov Y, Vinnik Y, Tradi F, Sapoval M, Sielezneff I, et al. Safety and efficacy of superior rectal artery embolization with particles and metallic coils for the treatment of hemorrhoids (Emborrhoid technique). *Diagn Interv Imaging* [Internet]. 2016 Nov [cited 2016 Dec 13]; 97(11):1079–84