



## Revisión

### Beneficio de la embolización intraoperatoria del saco aneurismático durante EVAR (embo-EVAR) y el rol del nuevo polímero con memoria de forma IMPEDE<sup>®</sup>: revisión de la literatura

#### *Benefits of intraoperative aneurysm sac embolization during EVAR (embo-EVAR) and role of the novel Shape Memory Polymer IMPEDE<sup>®</sup> - Literature review*

Nancy M. Coraizaca Chicaiza, Diego Caicedo Valdés

Complejo Hospitalario Universitario de Santiago. Santiago de Compostela, A Coruña

### Resumen

La embolización intraoperatoria del saco aneurismático durante EVAR (embo-EVAR) parece una estrategia válida para reducir la incidencia de las endofugas de tipo II (EII) y las tasas de reintervención.

Se realizó una búsqueda bibliográfica utilizando las bases de datos Pubmed/MEDLINE y Cochrane de los últimos 5 años. Las palabras claves fueron "embolización intraoperatoria del saco aneurismático", "polímero con memoria de forma" y "embolización endovascular".

La información recopilada en tres metaanálisis concluye que la embo-EVAR comparada con LA EVAR estándar podría tener un efecto beneficioso en la reducción de la incidencia de EII, en la tasa de reintervención y en el tamaño del saco aneurismático a corto y mediano plazo cuando se aplica a pacientes considerados de alto riesgo para el desarrollo de dichas endofugas. Aunque no hay un claro beneficio en cuanto a mortalidad y otras variables, además los resultados deben valorarse con cautela debido a los sesgos y a las limitaciones incluidas en algunos de los estudios publicados.

Por otra parte, la embolización del saco aneurismático con IMPEDE parece tener una mejor respuesta en la reducción del volumen aórtico comparada con los coils asociada a fibrina, según los estudios publicados. Sin embargo, los resultados a largo plazo son insuficientes.

#### Palabras clave:

Embolización intraoperatoria del saco aneurismático.  
Polímero con memoria de forma.  
Embolización endovascular.

Recibido: 10/12/2024 • Aceptado: 27/12/2024

Conflictos de interés: los autores declaran no tener conflictos de interés.

Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

Coraizaca Chicaiza NM, Caicedo Valdés D. Beneficio de la embolización intraoperatoria del saco aneurismático durante EVAR (embo-EVAR) y el rol del nuevo polímero con memoria de forma IMPEDE<sup>®</sup>: revisión de la literatura. *Angiología* 2025;77(2):100-109

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/angiologia.00716>

#### Correspondencia:

Nancy M. Coraizaca Chicaiza. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago. Rúa da Choupana, s/n.  
15706 Santiago de Compostela, A Coruña  
e-mail: nancyc96@hotmail.com

## Abstract

Intraoperative aneurysm sac embolization during EVAR (embo-EVAR) appears to be a valid strategy to reduce type II endoleaks (T2EL) and reintervention rates.

A literature search was conducted using the PubMed/MEDLINE and Cochrane databases over the past 5 years. Keywords included "intraoperative aneurysm sac embolization", "shape memory polymer", and "endovascular embolization".

The information gathered from 3 meta-analyses concludes that embo-EVAR vs standard EVAR has a beneficial effect on reducing the rate of T2EL, reintervention rate, and aneurysm sac size in the short and mid-term when applied to patients considered high-risk for developing such endoleaks. Although there is no clear benefit in terms of mortality and other variables, results should be interpreted with caution due to the biases and limitations included in some of the published studies.

On the other hand, aneurysm sac embolization with IMPEDE seems to have a better response in reducing aortic volume vs coils with fibrin. However, long-term results are insufficient.

### Keywords:

Intraoperative aneurysm sac embolization. Shape memory polymer. Endovascular embolization.

## INTRODUCCIÓN

La eficacia de la reparación endovascular del aneurisma de aorta abdominal (EVAR) se ha demostrado en varios ensayos controlados aleatorizados. Actualmente es la técnica de elección, ya que reduce significativamente la mortalidad y las complicaciones perioperatorias, además de acortar la estancia hospitalaria comparada con la cirugía abierta (1-3).

Un inconveniente aún no resuelto es el de las endofugas, de la que la más común es la de tipo II (EII). De hecho, es la causa de reintervención en cerca del 10 % de los EVAR (4,5), lo que puede limitar las ventajas de esta técnica en términos de coste y éxito clínico debido al incremento de las tasas de reintervención y ruptura secundaria, además de mayor exposición de los pacientes a la radiación y medios de contraste durante el seguimiento (6,7).

El tratamiento de una EII pos-EVAR puede ser desafiante y no siempre exitoso. Además, algunos sacos aneurismáticos continúan expandiéndose a pesar de repetidas reintervenciones. Por lo tanto, se ha propuesto el tratamiento preventivo mediante la embolización selectiva o la embolización del saco aneurismático durante EVAR (embo-EVAR) (8), aunque la evidencia actual continúa siendo controvertida respecto a qué técnica resulta más coste-efectiva.

Los agentes embolizantes más comúnmente utilizados en la técnica embo-EVAR son los *coils* asociados a material líquido (9,10). Sin embargo, el seguimiento de estos pacientes puede verse limitado por los artefactos generados por los *coils*, lo que dificulta la correcta visualización de las endofugas. En la actualidad se dispone de un polímero

con memoria de forma IMPEDE, que, a diferencia de otros materiales de embolización, no genera artefacto y probablemente permite un sellado adecuado del saco aneurismático (11).

En este contexto, aunque la embolización preventiva del saco aneurismático continúa siendo un tema de debate, y así se refleja en las guías de la Sociedad Europea de Cirugía Vasculat 2024, esta técnica podría considerarse en casos selectos (12). El objetivo de este estudio es realizar una revisión bibliográfica de los beneficios de la embolización del saco aneurismático (embo-EVAR) con el material de embolización tradicional y con el nuevo polímero con memoria de forma (IMPEDE).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Aunque el objetivo no fue realizar un metaanálisis, sino una revisión narrativa, se siguieron las directrices PRISMA Guidelines 2020 para la realización de este trabajo. Los criterios de inclusión de artículos fueron: tipo de estudio: ensayos prospectivos (prioritariamente controlados aleatorizados), revisiones sistemáticas y metaanálisis, y sujetos: pacientes intervenidos con EVAR y embolización intraoperatoria del saco aneurismático. Los criterios de exclusión fueron: estudios duplicados y artículos sin resultados primarios.

Los motores de búsqueda científica consultados fueron Pubmed/MEDLINE y Cochrane. Las palabras claves utilizadas fueron "embolización intraoperatoria del saco aneurismático", "polímero con memoria de forma" y "embolización endovascular".

## RESULTADOS

Con respecto a la primera búsqueda, “embolización intraoperatoria del saco aneurismático”, se encontraron 37 artículos, de los que, tras la exclusión, se analizaron 4 metaanálisis (uno de ellos también incluye una revisión sistemática) (Tabla I).

Respecto a la segunda búsqueda, “polímero con memoria de forma y embolización endovascular”, se encontraron 15 estudios, pero solo dos estudios prospectivos aleatorizados estuvieron relacionados con EVAR. Además, incluimos un estudio retrospectivo debido a la cantidad limitada de datos publicados para el análisis (Tabla II).

## DISCUSIÓN

Como ya se ha mencionado previamente en la literatura, las EII disminuyen el efecto beneficioso de la EVAR, ya que suele estar asociada a una menor tasa de reducción del saco aneurismático y a una mayor reintervención. Aunque entre 54 y el 80 % de las EII detectadas precozmente desaparecen espontáneamente, los pacientes con EII persistentes (> de 6 meses) experimentan resultados adversos y el tratamiento es técnicamente más difícil, desafiante y muchas veces con pobres resultados a corto y largo plazo (20).

Hemos dividido esta revisión en los siguientes bloques para su mejor entendimiento:

### Incidencia de endofugas de tipo II, tasa de reintervención y mortalidad

Todos los metaanálisis revelaron una reducción significativa de la incidencia de EII a corto-medio plazo, pero uno de ellos reportó resultados a largo plazo (> 18 meses). Sin embargo, dos ensayos prospectivos concluyeron que este beneficio se pierde a largo plazo (21). En cuanto a la tasa de reintervención, fue significativamente más baja en el grupo de embolización intraoperatoria del saco aneurismático comparado con la EVAR estándar en dos metaanálisis, pero, según Ye Wu y cols., la embolización de la AMI mostró mejor efecto clínico que la embolización no selectiva (14).

Los resultados según mortalidad se reportaron en el primer metaanálisis, en el que se concluyó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Por otra parte, un autor no encontró resultados concluyentes significativos con respecto al efecto beneficioso de la embolización preventiva y publicó que en dos ensayos no hubo mortalidad relacionada con el aneurisma ni mortalidad general en el grupo de embo-EVAR (sesgo alto, calidad de evidencia baja; OR 1,85; IC 95 %, 0,42-8,13,  $p = 0,42$ ), lo que sugiere que se requiere un nivel más alto de evidencia para respaldar un cambio amplio en la práctica, incluidos datos sobre la relación costo-efectividad y sobre el posible efecto sobre la rotura (Tabla III).

El verdadero impacto de las EII en la supervivencia permanece poco claro. Seike y cols. (22) analizaron retrospectivamente 17 099 pacientes y demostraron una correlación entre los pacientes con EII y los eventos adversos tardíos, que incluyen reintervención, muerte, ruptura y agrandamiento del saco aneurismático. En un estudio se demostró que el 9,8 % de las roturas aórticas después de EVAR fueron causadas por EII (23), mientras que un metaanálisis de 32 estudios (21 744 pacientes) demostró que el 0,9 % con EII tuvo ruptura aneurismática (24). Como puede constatar, la evidencia hasta ahora publicada sigue siendo poco clara e insuficiente en cuanto a la tasa de reintervención, mortalidad general y mortalidad relacionada con el aneurisma.

Por otra parte, la embolización del saco con el nuevo polímero (IMPEDE) parece tener buenos resultados en cuanto a la reducción del volumen aneurismático. En los estudios publicados no se reportó mortalidad ni reintervención asociada a EII y la tasa de endofugas de tipo II en el grupo de embolización fue del 27,3 % al año, lo que no es significativamente diferente de las tasas históricas de EVAR (19). Sin embargo, los datos aún son limitados, no puede hacerse un verdadero análisis comparativo con los materiales ya existentes y, por lo tanto, estos resultados no pueden extrapolarse a la práctica clínica habitual.

### Criterios de riesgo para desarrollar endofugas

La definición de pacientes con riesgo para el desarrollo de EII está basada en criterios anatómicos definidos preoperatoriamente. En los estudios similares se utilizaron los siguientes parámetros: arteria mesentérica

**Tabla I.** Características de los estudios incluidos

Autores	N.º de estudios	Tamaño de muestra	Embolización del saco	Sin embolización del saco	Otras embolizaciones*	Materiales de embolización	Limitaciones
Quan Chen y cols. 2023 (13)	13	747	330	417	–	Coils Fibrina Coils + fibrina	1. La muestra de algunos estudios fue pequeña 2. Falta de cegamiento 3. Diferencia de criterios: indicación, material, reintervención
Ye Wu y cols. 2022 (14)	31	18542	1568	15976	998	Coils Coils + fibrina Fibrina Gelfoam impregnado en trombina	1. Disponibilidad limitada de datos 2. Muestra pequeña y variabilidad de estudios 3. Intervalos largos de tiempo en el desarrollo de algunos estudios que podrían llevar a sesgo por innovación tecnológica
Li Q y cols. 2020 (15)	17	2084	404	493	359	Coils Coils + fibrina Amplatzer plug	1. Variabilidad de criterios para la indicación, reintervención y seguimiento 2. Diseño abierto que puede introducir sesgos
Kontopodis N y cols. 2022 (16)	4 ECA	393	194	199	–	Coils Coils + fibrina Amplatzer plug	1. Riesgo de sesgo alto, calidad de la evidencia baja debido a la heterogeneidad 2. Diferentes indicaciones y límites de tratamiento 3. En 3 ensayos solo se incluyeron pacientes de alto riesgo 4. Baja certeza e imprecisión debido a muestra baja
Massman y cols. 2023 (17) <sup>†</sup>	–	18	18	–	–	IMPEDE	1. Naturaleza retrospectiva del estudio 2. Ausencia de grupo control 3. Muestra pequeña y poco tiempo de seguimiento
Holden y cols. 2023 (18) <sup>‡</sup>	–	35	35	–	–	IMPEDE	1. Muestra pequeña y falta de grupo control 2. Tiempo de seguimiento limitado
Holden y cols. 2024 (19) <sup>‡</sup>	–	33	33	–	–	IMPEDE	1. Muestra pequeña y falta de grupo control 2. Falta de parámetros estandarizados para medir el volumen aórtico 3. Criterios de exclusión: aneurisma ilíaco, ramas > 4 mm y volumen aórtico objetivo < 20 ml o > 135 ml

\*Otras embolizaciones: embolización de arteria mesentérica inferior o arterias lumbares; <sup>†</sup>Estudio retrospectivo multicéntrico; <sup>‡</sup>Estudio prospectivo multicéntrico; ECA: ensayos controlados aleatorizados.

**Tabla II.** Descripción de datos recogidos en los metaanálisis

Autores	Eventos con / sin embo-EVAR	OR (IC 95 %)	Embolización de ramas <sup>‡</sup> E/C	Efecto relativo OR (IC 95 %)	Eventos con / sin embolización de AMI	RR (IC 95 %)
<b>Quan Chen y cols., 2023 (13)</b>						
Incidencia de EII	29/123	0,20 (0,13-0,31)				
0-6 meses	29/123	0,20 (0,13-0,31)				
7-18 meses	31/116	0,23 (0,15-0,37)				
> 18 meses	19/80	0,27 (0,16-0,46)				
Alto riesgo*	21/79	0,30 (0,10-0,93)				
Bajo riesgo <sup>†</sup>	24/117	0,19 (0,12-0,31)				
– Coils	13/74	0,14 (0,07-0,28)				
– Fibrina	6 /21	0,44 (0,01-17,1)				
– Coils + fibrina	26/101	0,29 (0,16-0,52)				
Mortalidad	32/50	0,64 (0,25-1,66)				
Reintervención	7/38	0,22 (0,10-0,48)				
Tiempo quirúrgico	Sin diferencia de MD 5,76 (-8,30-19,83)					
Incidencia E-III-IV	13/25	0,67 (0,34-1,32)				
Sesgo de publicación	Bajo para EII					
<b>Ye Wu y cols., 2022 (14)</b>						
Incidencia EII	58/183	0,48 (0,29-0,79)	44/1846	0,30 (0,11-0,84)	86/242	0,49 (0,38-0,65)
Reintervención EII	21/60	0,44 (0,25-0,77)	17/638	0,49 (0,16-1,53)	8/53	0,26 (0,13-0,52)
Crecimiento aneurismático	9/40	0,33 (0,17-0,66)	10/974	0,52 (0,30-0,92)	15/53	0,32 (0,14-0,72)
<b>Li Q y cols., 2020 (15)</b>						
Incidencia EII	34/140	0,21 (0,13-0,34)	73/290	0,35 (0,21-0,60)		
Reintervención EII	9/58	0,15 (0,07-0,33)	3/46	0,10 (0,04-0,27)		
Endofugas I/III	7/16	0,57 (0,23-1,37)	9/16	0,78 (0,34-1,84)		
<b>Kontopodis N y cols., 2022 (16)</b>						
		<b>Embo-EVAR E/C</b>	<b>No embo-EVAR E/C</b>	<b>Efecto relativo (IC 95 %)</b>		<b>Calidad de evidencia</b>
Incidencia EII		27/174	51/184	OR 0,45 (0,26-0,78)		Baja-muy baja debido a riesgo de sesgo, inconsistencia e imprecisión
Reintervención EII		2/150	14/155	OR 0,45 (0,26-0,78)		
Mortalidad relacionada con el aneurisma		0/80	0/86	RD 0,00 (- 0,03-0,03)		
Mortalidad general		5/80	3/86	OR 1,85 (0,42-8,13)		
Ruptura del aneurisma		0/80	0/86	RD 0,00 (0,03-0,03)		
Tiempo de procedimiento				MD 20,12 (-11,54-51,77)		
Tiempo de escopia				MD 11,17 (-11,22-33,56)		
Expansión del saco				OR 0,19 (0,07-0,52)		
<p><i>Embo-EVAR: embolización del saco aneurismático; E/C: evento/control; AMI: arteria mesentérica inferior; AL: arterias lumbares; IC: intervalo de confianza; OR: odds ratio; RD: diferencia de riesgos; MD: diferencia de medias; RR: riesgo relativo; MD: diferencia de medias.</i></p> <p><i>*Alto riesgo: AMI ≥ 3 mm; 3 pares de AL o 2 pares de AL y una arteria sacra o una renal accesoria o una AMI &lt; 3 mm; †Bajo riesgo: pacientes que no cumplen criterios de alto riesgo; ‡Embolización de AL o AMI.</i></p>						

**Tabla III.** Resumen de los principales resultados de los metaanálisis

Autores	Embo-EVAR frente a EVAR solo (otros materiales de embolización)		
	Incidencia	Reintervención	Mortalidad
Quan Chen y cols. 2023 (13)	Significativamente más baja en pacientes de riesgo alto y regular		Sin diferencias
Ye Wu y cols. 2022 (14)	Reducción de EII	Embolización de AMI puede tener mejor beneficio	-
Li Q y cols. 2020 (15)	Reducción significativa en embo-EVAR en pacientes de riesgo alto		-
Kontopodis N y cols. 2022 (16)	Significativamente baja en embo-EVAR	Sin diferencias	2 ECA no hubo mortalidad relacionada con el aneurisma (sesgo alto, calidad de evidencia baja)

*ECA: ensayos controlados aleatorizados; AMI: arteria mesentérica inferior.*

inferior con un diámetro  $\geq 3$  mm; permeabilidad de al menos 3 pares de arterias lumbares o 2 pares de arterias lumbares y una arteria sacra o una renal accesoria o una mesentérica inferior permeable  $< 3$  mm; los pacientes que no cumplen estos criterios se consideran de bajo riesgo para EII (21,25,26).

En los ensayos publicados se sugiere que las tasas de EII y de reintervención fueron más bajas en pacientes de bajo riesgo que en pacientes de alto riesgo que se sometieron a embolización del saco y pacientes de alto riesgo que no la realizaron, por lo que la embolización del saco no estaría indicada en pacientes de bajo riesgo (10,21). Sin embargo, solo un metaanálisis reportó que los pacientes considerados de alto riesgo tendrán mejor beneficio con dicho procedimiento (16).

Aunque en el ensayo con el polímero con memoria de forma se excluyeron pacientes con arterias  $> 4$  mm, es posible que la preembolización de estos grandes vasos nutricios en combinación con este dispositivo pueda dar lugar a mejores resultados en ciertas poblaciones de pacientes; sin embargo, esta práctica debería establecerse en estudios diseñados adecuadamente (18).

### Análisis volumétrico

Este parámetro permite predecir con más precisión la cantidad necesaria de material de embolización para lograr el sellado completo del saco. Además, según algunos estudios, permite un mejor análisis de la imagen durante el seguimiento (27,28).

El grupo de Piazza y cols. (10) (*coils* + fibrina) utilizó dosis volumen dependiente (volumen  $\leq 125$  cm<sup>3</sup> = fibrina 5 ml + 3 *coils* y volumen  $> 125$  cm<sup>3</sup> = fibrina 10 ml + 1 *coil* adicional por cada 50 cm<sup>3</sup> de incremento en el volumen). Este método fue válido para reducir significativamente las EII y sus complicaciones a corto y mediano plazo en pacientes considerados de riesgo. Comparando con la EVAR estándar, lograron una reducción significativa del volumen aneurismático a los 6 meses (-7,5 %), a los 12 meses (-14,2 %) y a los 24 meses (-21,6 %). Resultados similares se obtuvieron en el estudio realizado por Fabre y cols. (21).

Mientras que en el ensayo de Holden y cols. la cantidad de material de embolización se determinó inicialmente de modo preoperatorio por el volumen aórtico medio, la cantidad final se decidió según imagen intraoperatoria. En este estudio el cambio en el volumen normalizado en relación con el valor inicial fue del 17,9 % y del 28,8 % a los 6 meses y al año, respectivamente, lo que sugiere que el tratamiento con IMPEDE podría dar como resultado una regresión más rápida comparada con los *coils* o la fibrina. Además, destacan que aquellos pacientes con endofugas con volumen  $< 2,4$  ml presentaron mayor regresión del saco al año de seguimiento (19) (Tablas IV y V).

### Procedimiento

En los ensayos publicados se sugiere que la embolización del saco (embo-EVAR) es un procedimiento rápido y fácil. No hubo diferencias de tiempo qui-

**Tabla IV.** Resumen de los parámetros recogidos: embo-EVAR con IMPEDE

Autores	Volumen del saco preoperatorio (ml)	Número de dispositivos	Tiempo quirúrgico (min)	Tiempo de escopia	Cambio del volumen (ml)	Volumen relativo (%)
Massman y cols, 2023 (17)	194 ± 134	24 ± 12	21 ± 11 min	6 ± 4 min	3-6 m -27 ± 20 ( $p = 0,0181$ )	-
					12-24 m -30 ± 31 ( $p = 0,0186$ )	
Holden y cols, 2023 (18)	108 ± 29	10 (8-15)	-	-	-	-
Holden y cols, 2024 (19)	140,7 (126,6-154,9)	11 ± 4	27 ± 14	135 s	6 m -25,3 ± 9,5 ( $p < 001$ )	6 m -17,9 ( $p < 001$ )
					12m -42,1 ± 9,5 ( $p < 001$ )	12 m -28,8 ( $p < 001$ )

Min: minutos; s: segundos.

**Tabla V.** Resumen según material de embolización

Incidencia de EII*		OR (IC 95 %)
Fibrina	Sin diferencia significativa	0,44 (0,01-17,1)
Coils + fibrina	Reducción significativa	0,29 (0,16-0,52)
Coils		0,14 (0,07-0,28)
IMPEDE	27,3	-
Reducción del volumen aórtico (%)		<i>p</i>
Coils + fibrina		
6 meses	-7,5 % (± 10,6)	0,02
12 meses	-14,2 % (± 16,7)	0,02
24 meses	-21,6 % (± 17,2)	0,005
IMPEDE		
6 meses	-17,9 % (-24,4 a -11,3)	< 0,001
12 meses	-28,8 % (-35,3 a -22,3)	< 0,001
24 meses	-	

\*Incidencia reportada según un metaanálisis (16) y un ensayo prospectivo (22).

rúrgico, de exposición al contraste ni de radiación comparada con EVAR estándar, o las diferencias fueron mínimas (8,10,21).

Respecto a la información recabada en los metaanálisis, la embolización preoperatoria selectiva en 2 estudios tomó entre 18 y 25 minutos, con una media de 15 minutos de fluoroscopia, mientras que la embolización del saco agregó una media de 7 a 18 minutos al procedimiento EVAR y una media de 2 minutos de fluoroscopia adicional. Se concluye que la embolización del saco es más fácil de implementar en una sesión

con menor tiempo quirúrgico y tiempo de escopia comparada con la embolización selectiva (29) (Tabla II).

El despliegamiento del dispositivo (IMPEDE) es relativamente sencillo después de un corto periodo de aprendizaje y el tiempo necesario para su colocación no extendió el procedimiento ni el tiempo de fluoroscopia más de lo razonable. El objetivo fue rellenar el saco lo máximo posible. La expansión completa del dispositivo se logró en 5 minutos y, debido a su baja fuerza radial, no se observó ninguna distorsión de la endoprótesis aórtica desplegada (17).

Holden y cols. (19), en su ensayo a un año de seguimiento, publicaron un éxito técnico del 100 %, según las estimaciones de los volúmenes del lumen objetivo, con una relación media  $\pm$  desviación estándar de volumen del polímero (expandido) / volumen del lumen objetivo de  $1,4 \pm 0,3$ . Además, la media  $\pm$  desviación estándar del tiempo adicional del procedimiento para administrar y expandir el material y realizar los sacogramas fue de  $27 \pm 14$  minutos. El tiempo adicional de radiación fue de 135 segundos ( $n = 6$ ) (Tabla IV).

### Material de embolización

En la literatura se describen varios estudios retrospectivos sobre los materiales de embolización para rellenar el saco aneurismático, como los *coils*, el cianoacrilato o la fibrina, el gelfoam y ONYX. Pilon y cols. mencionan en su estudio trombosis del saco y reducción de la incidencia de EII, sin importar el tipo de los agentes embolizantes (29).

Piazza y Fabre y cols. publicaron en sus ensayos aleatorizados el uso de *coils*. Sin embargo, el uso de estos dispositivos radiopacos dificulta la posibilidad de identificar nuevas endofugas durante el seguimiento. Además, algunos agentes líquidos o fluidos pueden causar ciertas complicaciones, como isquemia mesentérica, como se reportó en un estudio publicado por Ward y cols. (30). En el primer caso utilizaron *coils* (MReye tornado *coils*, Cook) de una aleación de cromo y níquel asociados a fibrina, mientras que en el último se usaron *coils* de platino (Interlock embolisation coil; Boston Scientific). En ambos casos se obtuvo una reducción significativa de la incidencia de EII y crecimiento del saco aneurismático a corto y medio plazo. Similares resultados se evidenciaron en publicaciones anteriores (31-33).

Solo un metaanálisis reporta que el grupo de embolización con *coils* y *coils* asociados a fibrina podrían reducir significativamente la EII durante el seguimiento, pero no hubo diferencias significativas usando solo fibrina (13). Por otra parte, aunque en un ensayo no se reportó el beneficio directo de IMPEDE en cuanto a la reducción de EII, pero sí informó de que la tasa de EII fue similar al EVAR, por lo que no se conoce el verdadero beneficio de este nuevo material (Tabla V).

En un estudio retrospectivo se describe un polímero con memoria de forma de ultrabaja densidad (IMPEDE-FX), cuyas propiedades resultan atractivas para rellenar el saco, favorecen la regresión del saco aneurismático, el crecimiento celular y el desarrollo de tejido conectivo colágeno a través de su estructura, sin respuesta inflamatoria crónica, y la mayoría se trata de radiolúcidos. Además, este dispositivo se autoexpande hasta alcanzar un volumen preestablecido y, por lo tanto, predecible. No se reportó síndrome posimplante ni complicaciones asociadas al dispositivo (migración) (34).

En el caso de Holden y cols. se reportaron dos casos de síndrome posimplante que se resolvieron sin secuelas. A un año de seguimiento no hubo eventos adversos mayores relacionadas con el procedimiento o el dispositivo, pero sí se reportó un caso asintomático de un dispositivo fuera de la pared aneurismática (al año el paciente presentó disminución del diámetro y volumen del saco). Tras la revisión del caso se describió como una perforación iatrogénica del saco durante el procedimiento.

### Limitaciones

Esta revisión se trata de una revisión narrativa en la que se exponen los principales resultados referentes al tema expuesto. Se detallan las limitaciones de los estudios recogidos en la tabla I.

Los estudios publicados informan de sesgo de selección de pacientes por la variabilidad de criterios en la indicación y en la reintervención, en el tamaño de las muestras y en el tiempo de seguimiento corto. Además, la heterogeneidad de materiales empleados hace difícil determinar la eficacia y el beneficio en el tratamiento de EII. En el caso particular del nuevo polímero con memoria de forma, los datos obtenidos se limitan a muestras pequeñas, sin un grupo control, y no hay un análisis comparativo con otros materiales de embolización.

### CONCLUSIONES

Aunque la técnica de embolización del saco aneurismático parece fácil y segura de aplicar, continúa

siendo un tema de debate debido a la falta de estudios sólidos y de seguimiento a largo plazo. Sin embargo, podría ser una técnica a considerar en aquellos pacientes con alto riesgo para desarrollar endofugas de tipo II, ya que, según la literatura actual, este subgrupo presentará mejores resultados, con disminución de la incidencia de EI y del volumen aórtico y menor tasa de complicaciones posoperatorias.

Actualmente, en la práctica quirúrgica habitual se proponen nuevos materiales de embolización, como el polímero con memoria de forma. Aunque es cierto que aún está en fase inicial y no hay estudios comparativos con otros materiales de embolización, este dispositivo parece que tiene propiedades que son atractivas para optimizar el sellado del saco aneurismático y disminuir de forma efectiva el volumen aneurismático, no producen reacción inflamatoria crónica y no generan artefacto de imagen, comparado con los *coils*.

Finalmente, hacen falta estudios comparativos con muestras más grandes y a largo plazo que determinen con más precisión el verdadero beneficio de esta técnica y de los materiales de embolización, incluido el nuevo polímero con memoria de forma.

## BIBLIOGRAFÍA

- Greenhalgh RM, Brown LC, Kwong GP, Powell JT, Thompson SG; EVAR trial participants. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial. *Lancet* 2004;364(9437):843-8. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)16979-1
- Prinssen M, Verhoeven EL, Buth J, Cuypers PW, Van Sambeek MR, Balm R, et al. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med* 2004;351:1607e18.
- Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC, Matsumura JS, Padberg FT Jr, Kohler TR, et al; OVER Veterans Affairs Cooperative Study Group. Long-term comparison of endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med* 2012;367(21):1988-97. DOI: 10.1056/NEJMoa1207481
- Faries PL, Cadot H, Agarwal G, Kent KC, Hollier LH, Marin ML. Management of endoleak after endovascular aneurysm repair: cuffs, coils, and conversion. *J Vasc Surg* 2003;37(6):1155-61. DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00084-3
- Laheij RJ, Buth J, Harris PL, Moll FL, Stelter WJ, Verhoeven EL. Need for secondary interventions after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. Intermediate-term follow-up results of a European collaborative registry (EUROSTAR). *Br J Surg* 2000;87(12):1666-73. DOI: 10.1046/j.1365-2168.2000.01661
- Antonello M, Menegolo M, Piazza M, Bonfante L, Grego F, Frigatti P. Outcomes of endovascular aneurysm repair on renal function compared with open repair. *J Vasc Surg* 2013;58(4):886-93. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.02.249
- Rokosh RS, Chang H, Butler JR, Rockman CB, Patel VI, Milner R, et al. Prophylactic sac outflow vessel embolization is associated with improved sac regression in patients undergoing endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2022;76(1):113-21.e8. DOI: 10.1016/j.jvs.2021.11.070
- Natrelle M, Rapellino A, Navarretta F, Iob G, Cristoferi M, Castagnola M, et al. Embo-EVAR: A Technique to Prevent Type II Endoleak? A Single-Center Experience. *Ann Vasc Surg* 2017;44:119-27. DOI: 10.1016/j.avsg.2017.01.028
- Piazza M, Frigatti P, Scrivere P, Bonvini S, Noventa F, Ricotta JJ 2<sup>nd</sup>. et al. Role of aneurysm sac embolization during endovascular aneurysm repair in the prevention of type II endoleak-related complications. *J Vasc Surg* 2013;57(4):934-41. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.10.078
- Piazza M, Squizzato F, Zavatta M, Menegolo M, Ricotta JJ 2<sup>nd</sup>, Lepidi S, et al. Outcomes of endovascular aneurysm repair with contemporary volume-dependent sac embolization in patients at risk for type II endoleak. *J Vasc Surg* 2016;63(1):32-8. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.08.049
- Jansen A, Van Schaik PM, Martens JM, Reijnen MM. Embolization of the false lumen using IMPEDE-FX embolization plugs as part of treatment of an infrarenal post-dissection aneurysm: A case report. *CVIR Endovascular* 2020;3(1):1-5. DOI: 10.1186/s42155-020-00183-6
- Wanhainen A, Van Herzele I, Bastos Goncalves F, Bellmunt Montoya S, Berard X, Boyle JR, et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-Iliac Artery Aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2024;67(2):192-331. DOI: 10.1016/j.ejvs.2023.11.002
- Chen Q, Zhang Y, Lei K, Fu L, Zhang D, Sun W, et al. Efficacy and safety of prophylactic intraoperative sac embolization in EVAR for abdominal aortic aneurysm: A meta-analysis. *Front Surg* 2023;9:1027231. DOI: 10.3389/fsurg.2022.1027231
- Wu Y, Yin J, Hongpeng Z, Wei G. Systematic review and network meta-analysis of pre-emptive embolization of the aneurysm sac side branches and aneurysm sac coil embolization to improve the outcomes of endovascular aneurysm repair. *Front Cardiovasc Med* 2022;9:947809. DOI: 10.3389/fcvm.2022.947809
- Li Q, Hou P. Sac Embolization and Side Branch Embolization for Preventing Type II Endoleaks After Endovascular Aneurysm Repair: A Meta-analysis. *J Endovasc Ther* 2020;27(1):109-16. DOI: 10.1177/1526602819878411

16. Kontopodis N, Galanakis N, Kiparakis M, Ioannou CV, Kakisis I, Geroulakos G, et al. Pre-Emptive Embolization of the Aneurysm Sac or Aortic Side Branches in Endovascular Aneurysm Repair: Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis of Randomized Controlled Trials. *Ann Vasc Surg* 2023;91:90-107. DOI: 10.1016/j.avsg.2022.10.027
17. Massmann A, Fries P, Shayesteh-Kheslat R, Buecker A, Berg P, Frenzel F. Feasibility of aortic aneurysm sac embolization using a novel shape memory polymer embolic device. *Eur Radiol Exp* 2023;7(1):12. DOI: 10.1186/s41747-023-00328-x
18. Holden A, Hill AA, Khashram M, Heyligers JMM, Wiersema AM, Hayes PD, et al. Active aortic aneurysm sac treatment with shape memory polymer during endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg Cases Innov Tech* 2023;9(3):101241. DOI: 10.1016/j.jvscit.2023.101241
19. Holden A, Hill AA, Khashram M, Heyligers JMM, Wiersema AM, Hayes PD, et al. One-year follow-up after active aortic aneurysm sac treatment with shape memory polymer devices during endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2024;79(5):1090-100.e4. DOI: 10.1016/j.jvs.2023.12.045
20. Dosluoglu HH, Rivero M, Khan SZ, Cherr GS, Harris LM, Dryjski ML. Pre-emptive nonselective perigraft aortic sac embolization with coils to prevent type II endoleak after endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2019;69(6):1736-46. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.10.054
21. Fabre D, Mougín J, Mitilian D, Cochennec F, García Alonso C, Becquemin JP, et al. Prospective, Randomised Two Centre Trial of Endovascular Repair of Abdominal Aortic Aneurysm with or without Sac Embolisation. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2021;61(2):201-9. DOI: 10.1016/j.ejvs.2020.11.028
22. Seike Y, Matsuda H, Shimizu H, Ishimaru S, Hoshina K, Michihata N, et al; Japanese Committee for Stentgraft Management (JACSM)\*. Nationwide Analysis of Persistent Type II Endoleak and Late Outcomes of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair in Japan: A Propensity-Matched Analysis. *Circulation* 2022;145(14):1056-66. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.121.056581
23. Schlösser FJ, Gusberg RJ, Dardik A, Lin PH, Verhagen HJ, Moll FL, et al. Aneurysm rupture after EVAR: can the ultimate failure be predicted? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009;37(1):15-22. DOI: 10.1016/j.ejvs.2008.10.011
24. Sidloff DA, Stather PW, Choke E, Bown MJ, Sayers RD. Type II endoleak after endovascular aneurysm repair. *Br J Surg* 2013;100(10):1262-70. DOI: 10.1002/bjs.9181
25. Marchiori A, Von Ristow A, Guimaraes M, Schönholz C, Uflacker R. Predictive factors for the development of type II endoleaks. *J Endovasc Ther* 2011;18(3):299-305. DOI: 10.1583/10-3116.1
26. Chaikof EL, Fillinger MF, Matsumura JS, Rutherford RB, White GH, Blankensteijn JD, et al. Identifying and grading factors that modify the outcome of endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2002;35(5):1061-6. DOI: 10.1067/mva.2002.123991
27. Quan C, Oh YK, Park SC, Won YS, Yun SS, Suh YJ, et al. Efficacy of volumetric analysis of aorta as surveillance tool after EVAR. *Asian J Surg* 2019;42(7):746-54. DOI: 10.1016/j.asjsur.2018.12.006
28. Oliveira-Pinto J, Ferreira RS, Oliveira NFG, Hoeks S, Van Rijn MJ, Raa ST, et al. Total Luminal Volume Predicts Risk after Endovascular Aneurysm Repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2020;59(6):918-27. DOI: 10.1016/j.ejvs.2020.02.011. Erratum in: *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2022;64(4):435. DOI: 10.1016/j.ejvs.2022.08.012
29. Pilon F, Tosato F, Danieli D, Campanile F, Zaramella M, Milite D. Intrasac fibrin glue injection after platinum coils placement: the efficacy of a simple intraoperative procedure in preventing type II endoleak after endovascular aneurysm repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;11(1):78-82. DOI: 10.1510/icvts.2009.231167
30. Ward TJ, Cohen S, Fischman AM, Kim E, Nowakowski FS, Ellozy SH, et al. Preoperative inferior mesenteric artery embolization before endovascular aneurysm repair: decreased incidence of type II endoleak and aneurysm sac enlargement with 24-month follow-up. *J Vasc Interv Radiol* 2013;24(1):49-55. DOI: 10.1016/j.jvir.2012.09.022
31. Ronsivalle S, Faresin F, Franz F, Rettore C, Zanchetta M, Olivieri A. Aneurysm sac "thrombization" and stabilization in EVAR: a technique to reduce the risk of type II endoleak. *J Endovasc Ther* 2010;17(4):517-24. DOI: 10.1583/09-3004.1
32. Pilon F, Tosato F, Danieli D, Campanile F, Zaramella M, Milite D. Intrasac fibrin glue injection after platinum coils placement: the efficacy of a simple intraoperative procedure in preventing type II endoleak after endovascular aneurysm repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;11(1):78-82. DOI: 10.1510/icvts.2009.231167
33. Mascoli C, Freyrie A, Gargiulo M, Gallitto E, Pini R, Faggioli G, et al. Selective Intra-procedural AAA sac Embolization During EVAR Reduces the Rate of Type II Endoleak. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016;51(5):632-9. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.12.009
34. Horn J, Hwang W, Jessen SL, Keller BK, Miller MW, Tuzun E, et al. Comparison of shape memory polymer foam versus bare metal coil treatments in an in vivo porcine sidewall aneurysm model. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2017;105(7):1892-905. DOI: 10.1002/jbm.b.33725