








# Tratamiento endovascular de aneurismas de arterias viscerales. Experiencia de 10 años en un solo centro

## Endovascular treatment of visceral artery aneurysms. A single center 10-year experience

Miguel A. Ferrer<sup>1</sup> , Luis M. Ferreira<sup>1</sup> , Javier O. Lundquist<sup>2</sup> , Esteban V. Scrivano<sup>2</sup> , Leonela S. Aloy<sup>1</sup> , Pedro Lylyk<sup>2</sup> , Antonio R. La Mura<sup>1</sup> 

1. Servicio de Cirugía Vascular Periférica.  
2. Servicio de Neurorradiología Intervencionista  
Clínica La Sagrada Familia.  
Buenos Aires. Argentina.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Conflicts of interest  
None declared.

Correspondencia  
Correspondence:  
Miguel Ángel Ferrer  
E-mail: migferrer12@gmail.com

### RESUMEN

**Antecedentes:** los aneurismas de arterias viscerales (AAV) tienen una frecuencia baja (0,1 a 2%). Hasta un 25% puede presentarse como rotura, con una alta mortalidad (hasta 70%). La terapia endovascular ha ganado terreno y se recomienda como primera opción según las últimas guías. Hoy en día, es posible adaptarse a casi cualquier anatomía utilizando tecnología cerebral.

**Objetivo:** describir la experiencia y enfoque en el manejo endovascular de AAV, con resultados a corto, mediano y largo plazo.

**Material y métodos:** llevamos a cabo una evaluación retrospectiva de pacientes tratados por AAV verdaderos por vía endovascular en un solo centro entre 2010 y 2020, con un seguimiento mínimo de 6 meses.

**Resultados:** analizamos 19 procedimientos en 18 pacientes (9 hombres y 9 mujeres). La edad promedio fue 61,9 años; el promedio de tiempo de internación fue 1,94 días y el promedio de seguimiento de 40 meses. La arteria más involucrada fue la esplénica (n = 9, 50%). El tamaño aneurismático promedio fue 30,1 mm. La estrategia terapéutica más utilizada fue colocación de divisor de flujo (n = 8, 42,1%). Dos pacientes fueron reintervenidos (11,1%). Las tasas de exclusión completa fueron del 47,4%, 68,4% y 94,7% a los 3, 6 y 12 meses, respectivamente. No hubo casos de mortalidad a 30 días ni mortalidad relacionada con el aneurisma durante el seguimiento.

**Conclusión:** el tratamiento endovascular de los AAV es seguro y eficaz. Sin embargo, se debe contar con la tecnología adecuada, para la planificación preoperatoria y el tratamiento

■ **Palabras clave:** aneurisma de arteria visceral, aneurisma esplácnico, aneurisma esplénico, tratamiento endovascular, divisor de flujo.

### ABSTRACT

**Background:** the prevalence of visceral artery aneurysms (VAAs) is low (0.1 to 2%). Up to 25% may present as rupture which is associated with high mortality (up to 70%). Endovascular treatment has gained ground and is even considered the first option according to the most recent recommendations. Nowadays, almost any anatomy can be approached with endovascular techniques used to treat intracranial aneurysms.

**Objective:** the aim of our study was to describe the experience and approach for the endovascular management of VAAs with short-, mid-, and long-term results.

**Material and methods:** we conducted a retrospective evaluation of patients with true VAAs undergoing endovascular treatment in a single center between 2010 and 2020 who were followed up for a minimum of 6 months.

**Results:** we analyzed 19 procedures in 18 patients (9 men and 9 women). Mean age was 61.9 years; mean length of hospital stay was 1.94 days and mean follow-up was 40 months. The splenic artery was the vessel most affected (n = 9, 50%). Mean aneurysm size was 30.1 mm. Flow diversion was the strategy most used (n = 8, 42.1%). Two patients required reintervention (11%). Complete exclusion rate was 38.4%, 47.4%, 68.4% and 94.7% at 3, 6 and 12 months, respectively. There were no cases of mortality within the first 30 days and no aneurysm-related mortality during the follow-up period.

**Conclusion:** endovascular treatment of VAAs is a safe and efficient strategy but requires adequate technology for preoperative planning and treatment.

■ **Keywords:** visceral artery aneurysm, splanchnic aneurysm, splenic aneurysm, endovascular treatment, flow diverter

Recibido | Received  
17-08-22  
Aceptado | Accepted  
18-01-23

ID ORCID: Miguel A. Ferrer, 0000-0002-6632-1777; Luis M. Ferreira, 0000-0002-2530-783X; Javier O. Lundquist, 0000-0003-0320-1118; Esteban V. Scrivano, 0000-0001-8824-9545; Leonela S. Aloy, 0000-0002-0714-7086; Pedro Lylyk, 0000-0001-7044-4369; Antonio R. La Mura, 0000-0002-0046-6201.

## Introducción

Los aneurismas de las arterias viscerales (AAV) tienen una frecuencia baja pero también difícil de estimar (0,1 a 2%), ya que las autopsias demuestran que su incidencia podría ser más alta de lo que se cree <sup>1,2</sup>. Sin embargo, los avances en diagnóstico por imágenes permiten encontrarlos cada vez con mayor frecuencia. Su hallazgo representa un desafío para el profesional, ya que muchas veces se dan en pacientes jóvenes, en su mayoría asintomáticos. A pesar de esto, hasta un 25% puede presentarse como rotura, la cual conlleva una alta mortalidad (hasta un 70%) <sup>1,3</sup>. Además, se describe en la literatura hasta un 20% de pacientes con múltiples AAV <sup>4</sup>.

Históricamente, los AAV han sido manejados con seguimiento clínico-imagenológico o con reparación quirúrgica abierta. Si bien las indicaciones de tratamiento no están estrictamente definidas, a lo largo de los años ha existido consenso entre la mayoría de los autores, sugiriendo intervenir a todos los de diámetro mayor de 2 cm, de crecimiento rápido, sintomáticos o rotos, o en mujeres en edad fértil <sup>1,4</sup>. En 2020, la Society for Vascular Surgery (SVS) publicó sus guías al respecto, estableciendo pautas y recomendaciones claras <sup>3</sup>.

En los últimos años, la terapia endovascular ha ganado terreno e incluso se considera como la primera opción en muchos casos, según las últimas recomendaciones <sup>2,3,5</sup>. Hoy en día, con el enorme arsenal disponible en técnicas endovasculares, es posible adaptarse a casi cualquier anatomía contando en muchos casos con tecnología cerebral como los diversores de flujo (DF) y coils de liberación por electrólisis (*microcoils*).

Nuestro objetivo fue describir la experiencia en el manejo endovascular de los AAV mediante diversas técnicas en un solo centro, con resultados a corto, mediano y largo plazo.

## Materiales y métodos

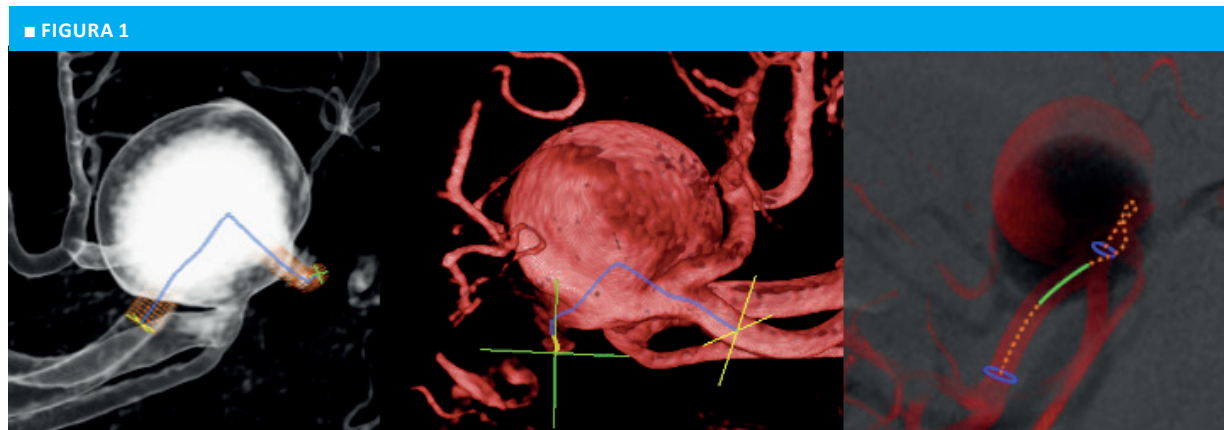
Se realizó una recolección retrospectiva de los pacientes tratados por AAV por vía endovascular en un

solo centro (Clínica La Sagrada Familia, CABA, Argentina) entre mayo de 2010 y mayo de 2020. Solo se incluyeron aquellos pacientes con aneurismas verdaderos y seguimiento mínimo de 6 meses. No se incluyeron casos de aneurismas rotos, como tampoco pseudoaneurismas traumáticos, infecciosos o iatrogénicos. En todos los casos, el diagnóstico fue realizado por angiografía con reconstrucción 3D o angiorresonancia magnética, y la planificación preoperatoria se realizó mediante angiografía 3D (equipo monopiano Philips Allura Clarity FD20. 2012®) (Fig. 1)<sup>6</sup>.

Se analizaron datos clínico-demográficos como edad, sexo, hipertensión arterial (HTA), tabaquismo (TBQ), dislipemia (DLP), enfermedad coronaria (EC), anticoagulación oral e insuficiencia renal crónica (IRC).

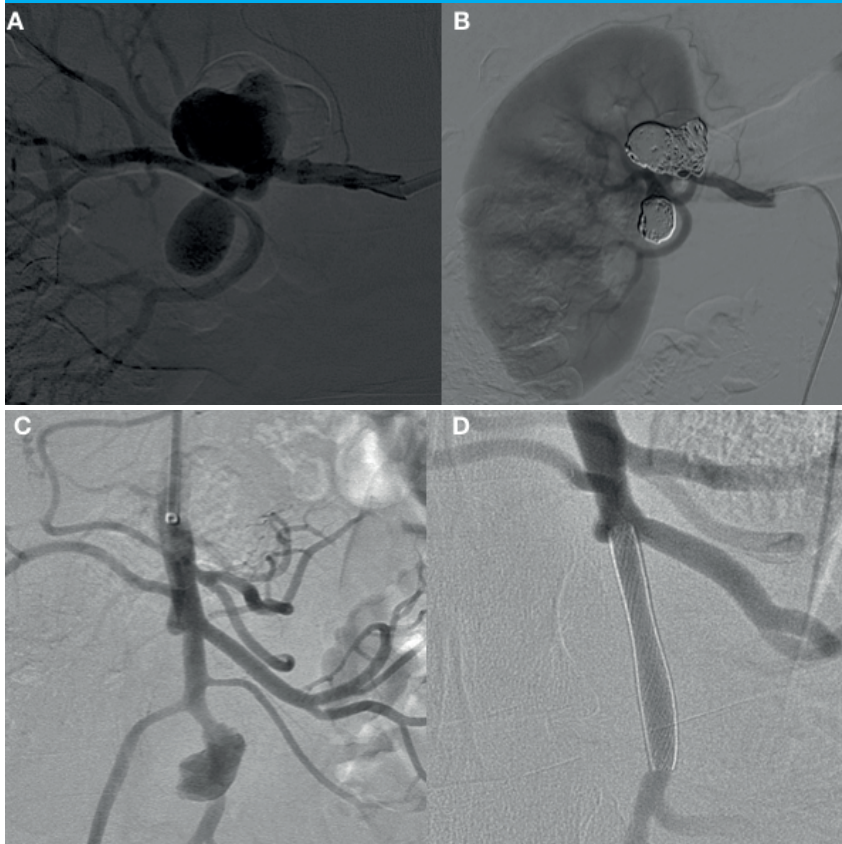
Los tratamientos empleados incluyeron DF, *microcoils*, combinación de ambos o *stents* cubiertos (SC). La decisión de emplear uno u otro se basó en aspectos técnicos y anatómicos, como diámetro de vaso, tortuosidad, longitud para cubrir y presencia de vasos colaterales, y asimismo en aspectos clínicos, como la urgencia del tratamiento (Fig. 2). Para diámetros pequeños y ante la necesidad de navegar por tortuosidades importantes, se optó por DF, como también para aquellos casos en los que una colateral importante nacía del segmento para cubrir con el dispositivo. La sola embolización con coils se reservó para casos de aneurismas saculares de cuello muy pequeño o bien para casos en los que la embolización definitiva del vaso era el plan. La combinación de *stent* no cubierto y coils fue utilizada en casos con un cuello más ancho, lo ya que el *stent* previene que los coils migren hacia la luz del vaso principal. Para casos en los que fuese deseada una exclusión más inmediata del aneurisma, con preservación de vaso, se optó por SC.

El seguimiento se realizó mediante angiotomografía cuando fue posible, o de lo contrario mediante angiografía (por presencia de artefacto) a los 6 y 12 meses. Aquellos pacientes que recibieron algún tipo de *stent* fueron doblemente antiagregados (AAS 100 mg/día y clopidogrel 75 mg/día en su mayoría) durante un mínimo de 6 meses y posteriormente solo AAS en for-



Planificación técnica mediante angiografía 3D

■ FIGURA 2



A y B: pretratamiento y postratamiento con microcoils de aneurismas renales. C y D: pretratamiento y postratamiento mediante DF de aneurisma de arteria mesentérica superior

ma indefinida. El trabajo fue aprobado por el Comité de Ética de la institución.

Se definió como éxito técnico primario la confirmación angiográfica intraoperatoria de la exclusión completa del saco aneurismático, y, como éxito técnico secundario, la confirmación (por angiografía o angiotomografía) de la exclusión completa del saco aneurismático durante el seguimiento (posterior a la intervención primaria), sin ningún tipo de procedimiento adyuvante. La regresión del saco se definió como cualquier reducción registrada a lo largo del seguimiento con respecto al diámetro preoperatorio.

Para el análisis estadístico se utilizó como *software* Rstudio Team (2020)® (Rstudio: Integrated Development for R. Studio, PBC, Boston, MA). Las variables cuantitativas se expresaron como promedio y desvío estándar o rango, mientras que las cualitativas lo fueron mediante frecuencias y porcentajes. Las comparaciones entre grupos se analizaron mediante la prueba de la t de student o chi cuadrado, según correspondiera al tipo de variable. Se tomó como significativo un valor  $p < 0,05$ .

## Resultados

Durante el período de estudio, 22 pacientes se trataron en forma endovascular por AAV en nues-

tra institución. Cuatro (4) pacientes fueron excluidos por poseer un seguimiento menor de 6 meses. Por lo tanto, analizamos 19 procedimientos en 18 pacientes (9 hombres y 9 mujeres). El promedio de edad fue  $61,9 \pm 8,8$  años (64,4 para los hombres y 59,4 para las mujeres), con un promedio de internación de 1,94 días y un promedio de tiempo de seguimiento de 40 meses. La arteria más comúnmente afectada fue la esplénica ( $n = 9$ , 50%); de estos casos, 5 fueron mujeres (55,6%). El tamaño preoperatorio promedio de los aneurismas fue de  $30,1 \pm 12,82$  mm. La distribución de aneurismas, tamaños y técnicas empleadas se muestra en la tabla 1.

■ TABLA 1

Distribución anatómica y tamaño de los aneurismas

Arteria	N de pacientes (%)	Tamaño promedio (mm)	Técnica
Esplénica	9 (50)	27,9	3 DF, 3 stents y coils, 2 SC, 1 microcoil
Renal	4 (22,2)	34,3	1 DF, 3 stents y coils
Hepática	2 (11,1)	47	1 DF, 1 SC
Mesentérica superior	2 (11,1)	22	2 DF
Gastroduodenal	1 (5,6)	16	DF

No hubo casos de mortalidad dentro de los primeros 30 días como tampoco casos de mortalidad relacionada con el aneurisma durante el período de seguimiento.

Dos pacientes debieron ser reintervenidos (11,1%). El primero fue un hombre con un aneurisma esplénico de 50 mm, quien –debido a una persistencia de llenado del saco– recibió al día siguiente una reparación quirúrgica mediante interposición protésica (dicha reintervención no fue analizada como procedimiento por no tratarse de una intervención endovascular). La segunda paciente fue una mujer con aneurisma esplénico de 46 mm, quien inicialmente recibió tratamiento mediante DF y *microcoils*. A los 58 meses se presentó con persistencia de llenado del saco y aumento de tamaño del 6,5%. Se trató mediante un SC, corroborándose exclusión completa del saco intraoperatoria y posterior seguimiento final de 8 meses (Fig. 3).

La estrategia más utilizada fue el DF (n = 9, 50%). Los tratamientos realizados se muestran en la tabla 2. Catorce (14) procedimientos se realizaron mediante acceso femoral, mientras que otros 5 lo fueron por vía humeral. Una sola paciente requirió una trombectomía humeral por una trombosis del sitio de punción, la cual resultó satisfactoria (5,3%).

El éxito técnico primario global fue del 38,4%, mientras que el éxito secundario fue del 47,4%, 68,4% y 94,7% a los 3, 6 y 12 meses, respectivamente. Sin embargo, el éxito técnico primario de los pacientes tratados con DF en comparación con el resto fue del 12,5% vs. 54,4% (p < 0,05). Asimismo, el éxito técnico secundario a 3, 6 y 12 meses fue, respectivamente, del 25%, 87,5% y 100% (pacientes tratados con DF) vs. 63,6%, 63,6% y 90,9% (demás tratamientos). Una sola paciente

con aneurisma de la arteria gastroduodenal presentó una trombosis del *stent* a los 11 meses, asintomática, con una reducción del saco aneurismático del 31,3%. Esto arrojó una tasa de permeabilidad del 94,4% hacia el final del seguimiento. Tres (3) pacientes con aneurisma esplénico se trataron en el contexto de dolor abdominal inespecífico (26, 28 y 29 mm de diámetro): 2 de ellos fueron tratados mediante SC y el restante mediante embolización del saco con *microcoils*.

Solo una paciente presentó crecimiento del saco aneurismático (paciente que fue reintervenida), luego de lo cual el saco se mantuvo estable durante un seguimiento de 8 meses más. Trece (13) pacientes (72,2%) presentaron regresión del saco (en promedio del 16,5%), incluyendo 3 regresiones completas; mientras que en 4 el saco se mantuvo estable. El diámetro promedio de los sacos aneurismáticos al final del seguimiento fue de 23,4 mm (p = 0,02689).

### Discusión

Según nuestro conocimiento, esta es la serie más grande de casos de AAV en una sola institución en la República Argentina hasta el momento. Nuestra casuística no dista de la publicada en el exterior<sup>7-10</sup>. Tanto Sessa como Cochennec publican 42 y 51 casos en períodos de 27 y 15 años, respectivamente<sup>7,9</sup>.

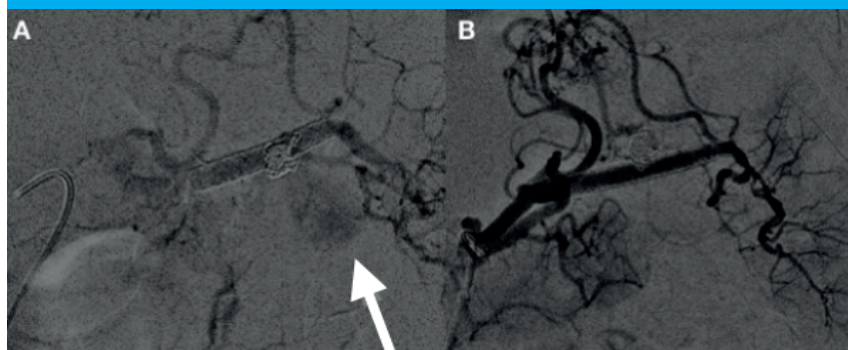
Nuestro enfoque diagnóstico y terapéutico se adecuó a las recomendaciones internacionales actuales, incluso teniendo en cuenta que estas fueron publicadas en 2020; por lo tanto, solo un paciente fue intervenido con posterioridad, mientras que los restantes lo hicieron antes de la publicación de las guías<sup>3</sup>. Orientándose exclusivamente por el tamaño recomendado por estas, 7 pacientes fueron tratados por fuera de las recomendaciones de la SVS. Esto representa un 42,1%, lo cual es una proporción significativa; sin embargo, 3 de ellos se presentaron con dolor abdominal inespecífico difícilmente atribuible a otra causa en particular (indicación de tratamiento), el cual se resolvió por completo en todos los casos. Otros 2 casos correspondieron a pacientes mujeres con deseos de maternidad y porta-

■ TABLA 2

Tratamientos realizados

Tratamiento	Nº de pacientes (%)
Diversor de flujo	8 (42,1)
Microcoils + stent no cubierto	6 (31,6)
Stent cubierto	4 (21,1)
Microcoils	1 (5,2)

■ FIGURA 3



A: aneurisma esplénico tratado con DF y *microcoils* que continuaba permeable (flecha). B: reintervención mediante *stent* cubierto.

doras de aneurismas esplénicos (lo cual impulsó al tratamiento). Por lo tanto, quedarían solamente 2 pacientes tratados por fuera de las recomendaciones (10,5%).

Como ya mencionamos, no incluimos pseudoaneurismas. El motivo de esta decisión fue que la tasa de rotura en casos de pseudoaneurismas no solo es significativamente mayor, sino también afecta a otra población ya que esencialmente se trata de otra patología<sup>5,11,12</sup>.

Nuestra tasa de reintervención también fue similar a la de otras series<sup>5,7</sup>. Cabe mencionar que nuestro único caso de conversión a cirugía abierta fue el primero de la serie, lo cual perfectamente pudo haber influido en la toma de decisión. Creemos que, de darse la misma situación con la experiencia y tecnología con las que contamos en la actualidad, tanto la decisión como el resultado podrían ser distintos.

Lo que hemos encontrado interesante y creemos novedoso es la utilización de DF en este tipo de aneurismas, lo cual se distingue de la mayoría de las publicaciones sobre el tema. Las diferencias que observamos en cuanto al éxito técnico primario entre los DF y las demás técnicas son perfectamente explicables por el mecanismo de acción de este tipo de dispositivos. Este básicamente consiste en, mediante la mecánica de fluidos, disminuir o eliminar el flujo aneurismático y restaurar el flujo arterial normal<sup>13</sup>. Su principal utilización se destina a aneurismas cerebrales, y numerosas publicaciones de renombre proponen el uso de DF como primera alternativa, especialmente en aneurismas pequeños y no complicados, justamente debido al riesgo de rotura postratamiento que existe particularmente en aneurismas gigantes<sup>14,15</sup>. Es cierto que el porcentaje de éxito técnico primario en los pacientes en quienes no se utilizó un DF también fue bajo (54,4%). Sin embargo, es importante señalar que la mayoría de estos pacientes fueron tratados mediante *stents* no cubiertos y *microcoils*, lo cual muchas veces tampoco logra una exclusión intraoperatoria del saco. También es importante mencionar que no somos partidarios de embolización del vaso principal, ya que preferimos preservarlo siempre que sea posible, si bien –de tener que hacerlo, dependiendo del vaso por ocluir– muchas veces no hay repercusión clínica. Es por esto que nosotros preferimos, tal como sugiere Lagana, utilizar otras técnicas como SC o embolización con coils para casos de AAV sintomáticos, rotos o pseudoaneurismas (si bien estos no fueron incluidos en el trabajo), o incluso aneurismas de gran tamaño, ya que de esa manera se consigue una exclusión inmediata del saco, reservando otras técnicas para casos electivos. Sin embargo, algunos pacientes no son candidatos para el uso de DF debido a que poseen limitaciones anatómicas y técnicas referidas a perfil y

navegabilidad<sup>5</sup>. El uso de *stents* cubiertos en AAV se describió por primera vez a principios del presente siglo<sup>16,17</sup>. La gran ventaja que ofrecen los DF se atribuye a su enorme versatilidad anatómica (diámetros pequeños, longitudes cortas, adaptabilidad a gran tortuosidad y bajo perfil), lo cual los convierte en una opción muy atractiva, incluso en ocasiones como la única opción viable. Cabe remarcar que –a pesar de la demora en la trombosis del saco– solo una paciente requirió reintervención por este motivo, por lo cual puede decirse que tuvo mínima repercusión clínica. Sumada a esto, la aplicación en el tratamiento de AAV de otros aspectos técnicos utilizados para el tratamiento de aneurismas cerebrales, como utilización de angiografías 3D, microguías, microcatéteres y coils de liberación por electrólisis, nos ha resultado de enorme utilidad.

Algunas publicaciones hablan de reperfusión tardía del saco aneurismático de hasta un 5%, pero nosotros no tuvimos casos de esto<sup>7</sup>. Si bien asumimos que nuestro caso de reintervención tardía se trató de un saco que nunca llegó a trombosarse en forma primaria debido a que no hubo en ningún momento una tomografía que lo evidenciara, tampoco podemos descartar que haya sido un caso de reperfusión dado que la reintervención se produjo casi 5 años después del procedimiento inicial, y las imágenes previas a esto abarcaron solo hasta el primer año. Otros autores informan tasas de trombosis de *stent* similares a las nuestras, sin repercusión clínica<sup>12</sup>.

Este trabajo tiene como limitaciones su diseño retrospectivo y, siello bien tuvimos un adecuado seguimiento, lo cual permitió hacer un análisis apropiado de los sacos aneurismáticos (40 meses), de algunos pacientes no contábamos con imágenes intermedias (solo preoperatorio y luego seguimiento alejado). Esto no nos permitió analizar más en detalle casos de reperfusión del saco. Por otra parte, es prometedor que –a pesar de no tener un seguimiento anual– la tasa de reintervención haya sido baja y la mortalidad asociada nula, especialmente teniendo en cuenta que muchos de estos pacientes son jóvenes y la radiación puede significar un problema a largo plazo. En segundo lugar, creemos que sería interesante analizar las distintas estrategias en escenarios clínicos diferentes, como electivos .versus urgencias, y analizar resultados, pero consideramos que para esto aún necesitamos incrementar la casuística.

El tratamiento endovascular de los AAV es seguro y eficaz. Pero es menester contar con la tecnología adecuada, tanto para la planificación preoperatoria como para el tratamiento. La técnica por emplear debe adaptarse no solo a la anatomía sino también al contexto clínico.

## ■ ENGLISH VERSION

### Introduction

Visceral artery aneurysms (VAAs) are rare, and their prevalence is difficult to estimate (0.1 to 2%) as autopsy studies suggest that they may be more common than it is thought<sup>1,2</sup>. However, they are more frequently detected because of the advances in diagnostic imaging tests and constitute a challenge for physicians, as they usually occur in young asymptomatic patients. Nevertheless, up to 25% may present as rupture which is associated with high mortality (up to 70%)<sup>1,3</sup>. Multiple VAAs have been described in 20% of patients<sup>4</sup>.

Traditionally, VAAs have been managed with clinical and imaging surveillance or with open surgical repair. Although the indications for treatment are not strictly defined, most authors have agreed that aneurysms should be treated when the diameter is > 2 cm, or when are rapidly growing, symptomatic or ruptured, or in women of childbearing age<sup>1,4</sup>. In 2020, the Society for Vascular Surgery (SVS) established clear guidelines and recommendations<sup>3</sup>.

In recent years, endovascular therapy has gained ground and is even considered the first option in many cases according to the most recent recommendations<sup>2,3,5</sup>. Nowadays, almost any anatomy can be approached with the large number of endovascular techniques available, in many cases using flow diverters (FDs) and electrolytically detachable coils (microcoils) used to treat intracranial aneurysms.

The aim of our study was to describe the experience in endovascular management of VAAs using different techniques in a single center, with short-, mid-, and long-term results.

### Material and methods

We retrospectively collected all patients with VAAs undergoing endovascular treatment at a single

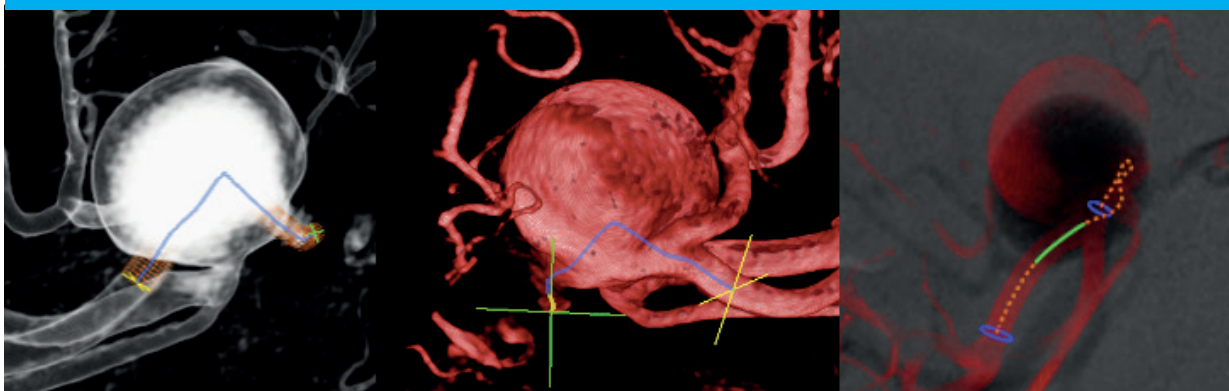
center (Clínica La Sagrada Familia, CABA, Argentina) between May 2010 and May 2020. Only patients with true aneurysms and followed up for a minimum of 6 months were included. Cases of ruptured aneurysms, traumatic pseudoaneurysms or those iatrogenic or due to infections were not included. In all the cases, the diagnosis was made by computed tomography angiography with 3D reconstruction or magnetic resonance angiography, and preoperative planning was performed by 3D angiography using a single plane equipment (Allura Clarity FD 20; Philips Medical Systems 2012®) (Fig. 1)<sup>6</sup>.

Clinical and demographic data as age, sex, hypertension (HT), smoking habits (SH), dyslipidemia (DLP), coronary heart disease (CHD), oral anticoagulation and chronic kidney failure (CKF) were analyzed.

The treatments used included FDs, microcoils, a combination of both or covered stents (CS). The decision to choose between them was based on technical and anatomic aspects, such as vessel diameter, tortuous vessels, length to cover, presence of collateral vessels, and clinical aspects, as emergency status (Fig. 2). Flow diverters were used for small diameters and when it was necessary to navigate through significantly tortuous arteries, or in case an important collateral emerged from the segment to be covered by the device. Coil embolization was restricted to cases of saccular aneurysms with very narrow necks or when definitive embolization of the vessel was planned. The combination of uncovered stent and coils was used in cases with a wide neck, as stents prevent coils from migrating into the lumen of the main vessel. Covered stents were chosen when immediate exclusion of the aneurysm was desired with preservation of the vessel.

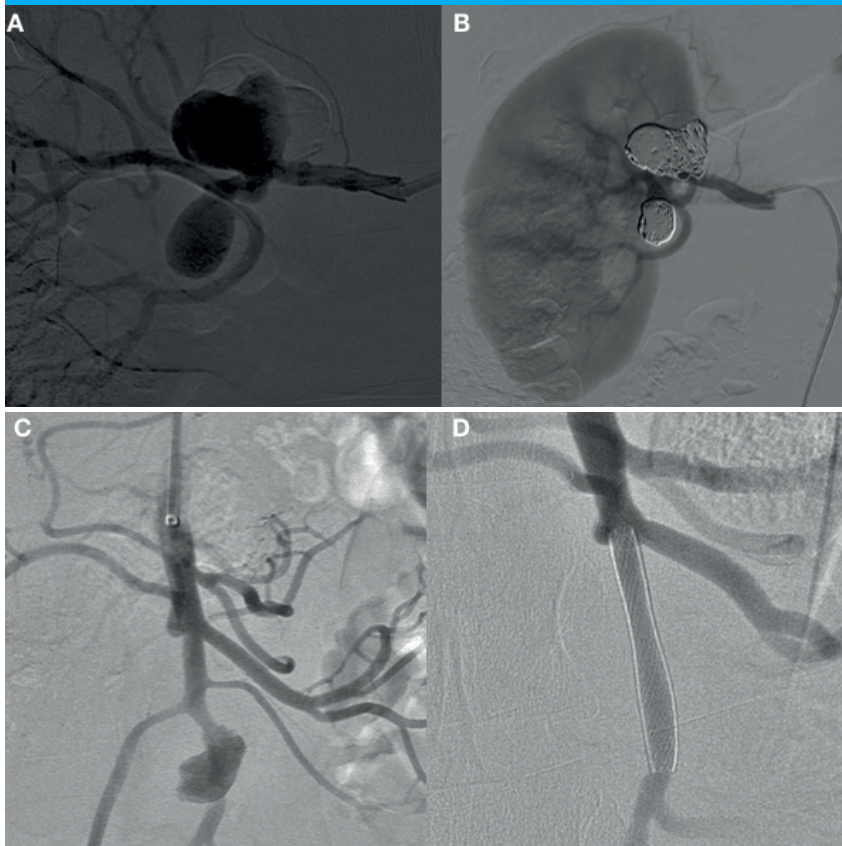
The patients were followed up with computed tomography angiography whenever possible, or otherwise with angiography (due to the presence of artifacts) at 6 and 12 months. Those patients who underwent stenting were treated with dual antiplatelet

■ FIGURE 1



Technical planning with 3D angiography

■ FIGURE 2



A and B: Renal artery aneurysms before and after treatment with microcoils. C and D: Aneurysm of the superior mesenteric artery before and after treatment with FD.

therapy (ASA 100 mg/day and clopidogrel 75 mg/day in most cases) for a minimum of 6 months and then with ASA alone indefinitely. The study protocol was approved by the Committee on Ethics of the institution.

Primary technical success was defined as complete exclusion of the aneurysmal sac confirmed by intraoperative angiography, and secondary technical success was defined as complete exclusion of the aneurysmal sac confirmed by angiography or computed tomography angiography during follow-up, after the primary intervention, without any type of adjuvant procedure. Sac shrinkage was defined as any reduction recorded during the follow-up period compared with the preoperative diameter.

All the statistical calculations were performed using Rstudio Team (2020) software package (Rstudio: Integrated Development for R. Studio, PBC, Boston, MA). Quantitative variables were expressed as mean ± standard deviation or range, and qualitative variables as frequencies and percentage, and were compared using the Student's t test or the chi square test, as applicable. A p value < 0.05 was considered statistically significant.

## Results

During the study period, 22 patients underwent endovascular treatment of VAAs at our

institution. Four patients who were followed up for less than 6 months were excluded. Therefore, we analyzed 19 procedures in 18 patients (9 men and 9 women). Mean age was  $61.9 \pm 8.8$  years (64.4 for men and 59.4 for women), with a mean length of hospital stay of 1.94 days and a mean follow-up of 40 months. The splenic artery was the most commonly affected vessel (n = 9, 50%); and of these cases, 5 were women (55.6%). Mean preoperative aneurysm size was  $30.1 \pm 12.82$  mm. The distribution of aneurysms, their size and the techniques used are shown in Table 1. There were no cases of mortality within the first 30 days and no aneurysm-related mortality during the follow-up period.

■ TABLE 1

Anatomic distribution and size of the aneurysms

Artery	Patients (%)	Mean size (mm)	Technique
Splenic artery	9 (50)	27.9	3 FD, 3 stents and coils, 2 CS, 1 microcoil
Renal artery	4 (22.2)	34.3	1 FD, 3 stents and coils
Hepatic artery	2 (11.1)	47	1 FD, 1 CS
Superior mesenteric artery	2 (11.1)	22	2 FD
Gastroduodenal artery	1 (5.6)	16	FD

Two patients required reintervention (11%). The first patient was a man with a splenic artery aneurysm measuring 50 mm, who presented persistent filling of the sac and underwent surgical repair with interposition of a prosthetic graft on the following day (this reintervention was not analyzed as a procedure because it was not an endovascular intervention). The second patient was a woman with a splenic artery aneurysm of 46 mm, who initially received treatment with FDs and microcoils. Fifty-six months later she presented with persistent filling of the sac with a diameter 6.5% higher. ACS was implanted with complete exclusion of the sac documented intraoperatively and after 8 months (Fig. 3).

Flow diversion was the strategy most used (n = 8, 42.1%). The treatments performed are shown in Table 2. Fourteen procedures were performed via the femoral access and the brachial access was used in 5 cases. Only one patient required thrombectomy of the brachial artery due to thrombosis of the puncture site, with favorable outcome (5.3%).

Overall primary technical success was 38.4%, while secondary technical success was 47.4%, 68.4% and 94.7% at 3, 6 and 12 months, respectively. However, the primary technical success of FD was 12.5% vs. 54.4% for the other techniques (p < 0.05). Secondary technical success at 3, 6 and 12 months was 25%, 87.5% and 100%, respectively, for patients treated with FD vs. 63.6%, 63.6% and 90.9%, respectively, for the other treatments. Only one patient with aneurysm of the gastroduodenal artery presented asymptomatic stent thrombosis at 11 months, with aneurysmal sac shrinkage of 31.3%. This resulted in a patency rate

of 94.4% by the end of the follow-up period. Three patients with splenic artery aneurysm were treated in the setting of non-specific abdominal pain (26, 28 and 29 mm in diameter); 2 of them were treated with CS and the remaining patient underwent sac embolization with microcoils.

The aneurysmal sac grew in only one patient and required re-intervention. After 8 months of follow-up, the aneurysmal sac remained stable. Thirteen patients (72.2%) presented sac shrinkage (mean shrinkage of 16.5%), including 3 complete shrinkages, while in 4 patients the sac remained stable. The mean diameter of the aneurysmal sacs at the end of the follow-up period was 23.4 mm (p = 0.02689).

### Discussion

To our knowledge, so far, this is the largest series of AAV cases in a single institution in the Argentine Republic. Our case series does not differ from those of international publications<sup>7-10</sup>. Both Sessa and Cochennec published 42 and 51 cases over 27 and 15 years, respectively<sup>7,9</sup>.

Our diagnostic and therapeutic approach was in line with current international recommendations, even considering that they were published in 2020. Therefore, only one patient underwent subsequent surgical intervention, while the remaining patients were treated before the publication of the guidelines<sup>3</sup>. Seven patients were treated without considering the size recommended by the SVS. This represents a significant proportion of 42.1%; however, 3 of them presented with non-specific abdominal pain hardly attributable to any other cause (indication for treatment), which solved completely in all cases. Two other cases corresponded to female patients who wanted to become pregnant and had splenic artery aneurysms (which was the driving force to indicate treatment). Thus, only 2 patients were treated without considering the recommendations (10.5%).

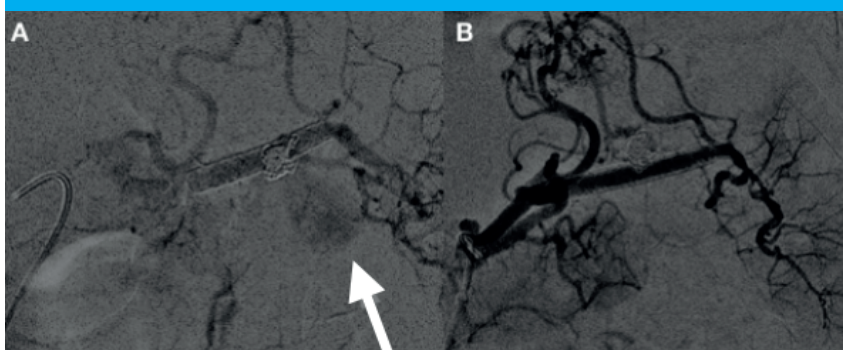
As we have already mentioned, we did not include pseudo aneurysms. We made this decision because the rupture rate in cases of pseudoaneurysms

■ TABLE 2

Treatments performed

Treatment	N° of patients (%)
Flow diverter	8 (42.1)
Microcoils + uncovered stent	6 (31.6)
Covered stent	4 (21.1)
Microcoils	1 (5.2)

■ FIGURE 3



A: Patent aneurysm of the splenic artery treated with FD and microcoils (arrow). B: Reintervention using covered stent.



is not only significantly higher but also affects a different population since it is essentially a different condition<sup>5,11,12</sup>.

Our reintervention rate was similar to the one reported by other series<sup>5,7</sup>. It is worth mentioning that the only case requiring conversion to open surgery was the first in the series which could have influenced the decision-making process. We believe that, if the same situation occurs with the experience and technology we currently have, both decision and outcome will be different.

The use of FDs in this type of aneurysm is an interesting and, in our opinion, novel approach, as it is different from most publications on the subject. The differences that we observed in terms of primary technical success between FDs and other techniques can be perfectly explained by the mechanism of action of this type of device. Flow diversion is basically a fluid mechanics-based strategy which aims to decrease or eliminate aneurysmal blood flow and restore normal arterial blood flow<sup>13</sup>. This technique is mainly used for intracranial aneurysms, and many renowned publications suggest the use of flow diversion as a first alternative especially in small and uncomplicated aneurysms, precisely because of the risk of post-treatment rupture associated with giant aneurysms<sup>4,15</sup>. It is true that the percentage of primary technical success achieved when FD was not used was also low (54.4%). However, most of these patients were treated with uncovered stents and microcoils, which in many cases also fail to achieve intraoperative sac exclusion. It is also important to mention that we do not advocate embolization of the main vessel as we prefer to preserve it whenever possible. However, if embolization is necessary depending on the vessel to occlude, there is often no clinical impact. This is why we prefer other techniques, as Lagana has suggested, including CS or coil embolization for cases of symptomatic or ruptured VAAs or pseudoaneurysms (although these were not included in the study), or even large aneurysms, since immediate exclusion of the sac is achieved, and leave other techniques for elective cases. However, some patients are not candidates for FDs due to anatomic and technical limitations related with the device profile and navigation<sup>5</sup>. The use of covered stents in VAAs

was first described at the beginning of the present century<sup>16,17</sup>. The major advantage of FDs is due to their adaptability to the anatomy of the vessels (small diameters, short lengths, tortuous anatomy and low profile), resulting in a very attractive option, and even sometimes as the only feasible option. Only one patient required reintervention due to delayed thrombosis of the sac; therefore, the clinical consequences were minimal. In addition to this, the implementation of other techniques used for the treatment of intracranial aneurysms, as 3D angiography, microguide wires, microcatheters and electrolytically detachable coils, has been extremely useful in the treatment of VAAs.

Some publications have reported late reperfusion rates of the aneurysmal sac of up to 5%, but there were no cases in our series<sup>7</sup>. Although we assume that our case of late reintervention involved a sac that was never primarily excluded because there were no CT scans to document it, we cannot rule out reperfusion as the reintervention was performed almost 5 years after the initial procedure, and the previous images only covered up to the first year. Other authors report stent thrombosis rates similar to ours without any clinical impact<sup>12</sup>.

The retrospective design is a limitation of this study and, although we had an adequate follow-up which allowed an appropriate analysis of the aneurysmal sacs (40 months), we lacked mid-term images in some patients (only preoperative and long-term images). Thus, we could not perform a more detailed analysis of sac reperfusion cases. Nevertheless, despite the lack of annual follow-up, the low reoperation rate and absence of associated mortality is a promising finding, especially considering that many of these patients are young and radiation may pose a problem in the long term. Secondly, we believe that it would be interesting to analyze the different strategies in different clinical scenarios, such as elective versus emergency interventions and to evaluate the results when we count with a greater number of cases.

Endovascular treatment of VAAs is a safe and efficient strategy but requires adequate technology for preoperative planning and treatment. The technique chosen should be adapted to the anatomy and the clinical setting.

## Referencias bibliográficas /References

1. Pasha SF, Glocviczki P, Stanson AW, Kamath PS. Splanchnic artery aneurysms. *Mayo Clin Proc.* 2007; 82:472-9.
2. Tulsyan N, Kashyap VS, Greenberg RK, Sarac TP, Clair DG, Pierce G, et al. The endovascular management of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms. *J Vasc Surg.* 2007;45:276-83.
3. Chaer RA, Abularrage CJ, Coleman DM, Eslami MH, Kashyap VS, Rockman C, et al. The Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines of the management of visceral aneurysms. *J Vasc Surg.* 2020;72(1):35-39S.
4. Wagner WH, Allins AD, Treiman RL, Cohen JL, Foran RF, Levin PM, et al. Ruptured visceral artery aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 1997;11:342-7.
5. Lagana D, Carrafiello G, Mangini M, Dionigi G, Caronno R, Castelli P, et al. Multimodal approach to endovascular treatment of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms. *Eur J Radiol.* 2006;59:104-11.
6. Angeretti MG, Lumia D, Cani A, Barresi M, Nocchi Cardim L, Piacentino F, et al. Non-enhanced MR angiography of renal arteries: comparison with contrast-enhanced MR angiography. *Acta Radiol.* 2013; 54:749-56.
7. Cochenec F, Riga CV, Allaire E, Cheshire NJ, Hamady M, Jenkins MP, et al. Contemporary management of splanchnic and renal

- artery aneurysms: results of endovascular compared with open surgery from two European vascular centers. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;42:340-6.
8. Kanazawa S, Inada H, Murakami T, Masaki H, Morita I, Tabuchi A, et al. The diagnosis and management of splanchnic artery aneurysms. Report of 8 cases. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 1997;3 8:479-85.
  9. Sessa C, Tinelli G, Porcu P, Aubert A, Thony F, Magne JL. Treatment of visceral artery aneurysms: description of a retrospective series of 42 aneurysms in 34 patients. *Ann Vasc Surg.* 2004;18(6):695-703.
  10. Lorelli DR, Cambria RA, Seabrook GR, Towne JB. Diagnosis and management of aneurysms involving the superior mesenteric artery and its branches - a report of four cases. *Vasc Endovascular Surg.* 2003; 37:59-66.
  11. Sousa J, Costa D, Mansilha A. Visceral artery aneurysms: review on indications and current treatment strategies. *Int Angiol.* 2019;38(5):381-94.
  12. He YX, Li G, Liu W, Tang H, Chong ZY, Wu XJ, et al. Endovascular treatment of visceral aneurysms and pseudoaneurysms. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2021;35(1):131-40.
  13. Darsaut TE, Bing F, Makoyeva A, Gevry G, Salazkin I, Raymond J. Flow diversion to treat aneurysms: the free segment of stent. *J Neurointerv Surg.* 2013;5(5):452-7.
  14. Kallmes DF, Hanel R, Lopes D, Boccardi E, Bonafé A, Lylyk P, et al. International retrospective study of the Pipeline embolization device: a multicenter aneurysm treatment study. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2015; 36:108-15.
  15. Lubicz B, Collignon L, Raphaeli G, Pruvo JP, Bruneau M, De Witte O, et al. Flow-diverter stent for the endovascular treatment of intracranial aneurysms: a prospective study in 29 patients with 34 aneurysms. *Stroke* 2010; 41:2247-53.
  16. Paci E, Antico E, Candelari R, Alborino S, Marmorale C, Landi E. Pseudoaneurysm of the common hepatic artery: treatment with a stent-graft. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2000; 23:472-4.
  17. Yoon HK, Lindh M, Uher P, Lindblad B, Ivancev K. Stent-graft repair of a splenic artery aneurysm. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2001;24:200-3.