

Endovascular treatment of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms: our experience

Trattamento endovascolare di aneurismi e pseudoaneurismi viscerali: la nostra esperienza

A. Balderi¹ • A. Antonietti¹ • L. Ferro¹ • E. Peano¹ • F. Pedrazzini¹ • P. Fonio² • M. Grosso¹

¹S.C. Radiodiagnostica, S.S. Radiologia Interventistica, A.S.O. S. Croce e Carle, Via Michele Coppino 26, 12100 Cuneo, Italy

²Radiologia Diagnostica 4U, Azienda Ospedaliero-Universitaria S. Giovanni Battista, Via Genova 3, 10126 Torino, Italy

Correspondence to: A. Balderi, Tel.: +39-0171-641401, Fax: +39-0171-641022, e-mail: balders@libero.it

Received: 2 February 2011 / Accepted: 7 April 2011

© Springer-Verlag 2012

Abstract

Purpose. The aim of this study was to analyse our 8 years of experience with endovascular treatment of visceral aneurysms and pseudoaneurysms.

Materials and methods. From January 2002 to September 2009, we used an endovascular approach to treat 30 patients (22 men, eight women) affected by aneurysm (n=18) or pseudoaneurysm (n=13) of the splenic (n=11), hepatic (n=6), renal (n=5), pancreaticoduodenal (n=3), left gastric (n=2), gastroduodenal (n=1), rectal (n=1) or middle colic (n=1) arteries and the coeliac axis (n=1). Of these, 26/31 were treated with metal coils, 3/31 with Cardiatris multilayer stent, 1/31 with a coated stent and 1/31 with coils and Amplatzer plug. Procedures were performed electively in 10/30 cases and during haemorrhage in 20/30 cases. Follow-up was performed clinically (cessation of bleeding) and at 1, 6 and 12 months by colour-Doppler ultrasound (CDUS) and computed tomography (CT) angiography.

Results. In 31/31 aneurysms and pseudoaneurysms we obtained immediate exclusion. In four patients with aneurysm and in four with pseudoaneurysm, parenchymal ischaemia occurred; one was treated with surgical splenectomy. One patient with pseudoaneurysm of the coeliac axis died 10 days later because of new bleeding. During follow-up, all aneurysms and pseudoaneurysms remained excluded.

Conclusions. Percutaneous treatment is effective and safe, with a small number of complications, especially when compared with traditional surgery.

Riassunto

Obiettivo. Scopo dello studio è analizzare 8 anni della nostra esperienza nel trattamento endovascolare di aneurismi e pseudoaneurismi viscerali.

Materiali e metodi. Da gennaio 2002 a settembre 2009 sono stati trattati con terapia endovascolare 30 pazienti (22 maschi, 8 femmine) portatori di aneurismi (n=18) o pseudoaneurismi (n=13) originanti dall'arteria splenica (n=11), epatica (n=6), renale (n=5), pancreaticoduodenale (n=3), gastrica sinistra (n=2), gastroduodenale (n=1), rettale (n=1), colica media (n=1) e dal tripode celiaco (n=1). Ventisei/31 sono stati trattati con spirali metalliche, 3/31 con stent multimaglia Cardiatris, 1/31 con spirali e Amplatzer plug, 1/31 con stent ricoperto. Dieci/30 procedure sono state effettuate in elezione, 20/30 durante sanguinamento. Il follow-up è stato eseguito clinicamente (cessazione del sanguinamento) e a 1, 6 e 12 mesi (eco-color Doppler ed angio-tomografia computerizzata).

Risultati. In 31/31 degli aneurismi e pseudoaneurismi trattati si è ottenuta esclusione immediata. In 4 pazienti portatori di aneurisma e in 4 portatori di pseudoaneurisma si è verificata ischemia parenchimale; in un caso si è ricorso a splenectomia. Un paziente portatore di pseudoaneurisma del tripode celiaco è deceduto dopo 10 giorni per nuovo sanguinamento. Durante il follow-up tutti gli aneurismi sono rimasti esclusi.

Conclusioni. Il trattamento percutaneo risulta efficace e sicuro con ridotto numero di complicanze se paragonato al tradizionale intervento chirurgico.

Keywords Visceral aneurysm · Visceral pseudoaneurysm · Endovascular treatment · Embolisation · Bleeding · Stent

Parole chiave Aneurisma viscerale · Pseudoaneurisma viscerale · Trattamento endovascolare · Embolizzazione · Sanguinamento · Stent

Introduction

Visceral artery aneurysms (VAA) and pseudoaneurysms (VAPA) (aneurysms + pseudoaneurysms = VAP) are a relatively rare pathological condition with an incidence varying from 0.01% to 0.2% [1–4]. Renal artery aneurysms have a very low incidence (0.01–0.09%), whereas the incidence of splanchnic aneurysms is relatively greater (0.1–0.2%). Some 60% of splanchnic aneurysms originate from the splenic artery, 20% from the hepatic arteries, 5.5% the coeliac axis, 4% the superior mesenteric artery, 4% the gastric and gastroepiploic arteries, 3% the intestinal arteries, 2% the pancreaticoduodenal arteries, 1.5% the gastroduodenal artery and <1% the inferior mesenteric artery [5].

Most VAA are asymptomatic and are often diagnosed incidentally. However, around 25% manifest with rupture [4]. Whereas the aetiology of VAA is prevalently the result of atheromatous disease, the causes of VAPA are atherosclerosis, trauma, iatrogenic injury, inflammation or infection [4]. VAP diagnosis, generally made as an incidental finding, can be made with colour-Doppler ultrasound (CDUS) sonography, which in some cases shows the flow within the vessels and visualises the origin of the sac, its size and presence of a thrombus. Nonetheless, the technique of choice for accurately evaluating the vascular anatomy and the presence of an aneurysmal neck, as well as measuring vessel diameters, is computed tomography angiography (CTA) [5]. Whereas treatment of bleeding VAP cannot be delayed, there are no indications in the literature regarding treatment timing for nonbleeding VAP; in general, treatment is suggested when they exceed 2 cm in diameter [4, 6, 7]. Traditionally, VAP have been treated surgically with resection, ligation or bypass. Today, interventional radiology has proven to be highly suited to this type of condition, thanks to reduced invasiveness, high success rate and lower risk of complications [4, 8, 9]. Indeed, VAP can be treated with percutaneous techniques such as transcatheter embolisation, injection of thrombin and deployment of coated or multilayer stents, alone or in combination [10–13].

The aim of our study was to evaluate the feasibility, efficacy and safety of endovascular treatment of VAP.

Materials and methods

A retrospective study was performed by reviewing patients

Introduzione

Gli aneurismi (VAA) e gli pseudoaneurismi (VAPA) viscerali (aneurismi+pseudoaneurismi=VAP) rappresentano un'entità patologica relativamente rara con un'incidenza variabile dallo 0,01% allo 0,2% [1–4]. Gli aneurismi renali hanno incidenza molto bassa (0,01%–0,09%), mentre per quelli splanchnici risulta relativamente maggiore (0,1%–0,2%). Nel gruppo degli aneurismi splanchnici il 60% origina dall'arteria splenica seguita dalle arterie epatiche (20%), dal tronco celiaco (5,5%), dall'arteria mesenterica superiore (4%), dalle arterie gastrica e gastroepiploica (4%), dalle arterie intestinali (3%), dalle arterie pancreaticoduodenali (2%), dall'arteria gastroduodenale (1,5%) e dall'arteria mesenterica inferiore (<1%) [5].

La maggior parte dei VAA sono asintomatici e spesso vengono diagnosticati incidentalmente. Circa il 25% dei VAA tuttavia si presenta all'osservazione durante la rottura [4]. Mentre l'eziologia dei VAA è da attribuirsi prevalentemente alla patologia ateromasi, le cause dei VAPA sono aterosclerotiche, traumatiche, iatrogene, infiammatorie o infettive [4]. La diagnosi di VAP, generalmente accidentale o come reperto occasionale, può essere effettuata con l'eco-color Doppler (ECD), che è in grado, in alcuni casi, di dimostrare il flusso all'interno dei vasi, visualizzare l'origine della sacca, le sue dimensioni e l'eventuale presenza di apposizione trombotica. Tuttavia, al fine di valutare più precisamente l'anatomia vascolare, la presenza di eventuali colletti e le misure dei calibri vascolari, l'angiografia computerizzata (ATC) rappresenta la metodica di scelta [5]. Sebbene il trattamento di VAP sanguinanti sia indifferibile, non esistono in letteratura indicazioni condivise circa il trattamento dei VAP non sanguinanti, e in generale si ritiene necessario un trattamento quando questi superano i 2 cm di diametro [4, 6, 7]. In passato i VAP sono stati trattati chirurgicamente attraverso resezione, legatura o bypass. Attualmente le tecniche di radiologia interventistica bene si adattano a questo tipo di patologia per la minore invasività, l'alto successo tecnico e il minor rischio di complicanze [4, 8, 9]. I VAP, infatti, possono essere trattati con tecniche percutanee come embolizzazioni transcatheter, iniezione di trombina e posizionamento di stent ricoperti o multimaglia o combinazioni di queste metodiche [10–13].

L'obiettivo del nostro lavoro è valutare la fattibilità, l'efficacia e la sicurezza del trattamento endovascolare dei VAP.

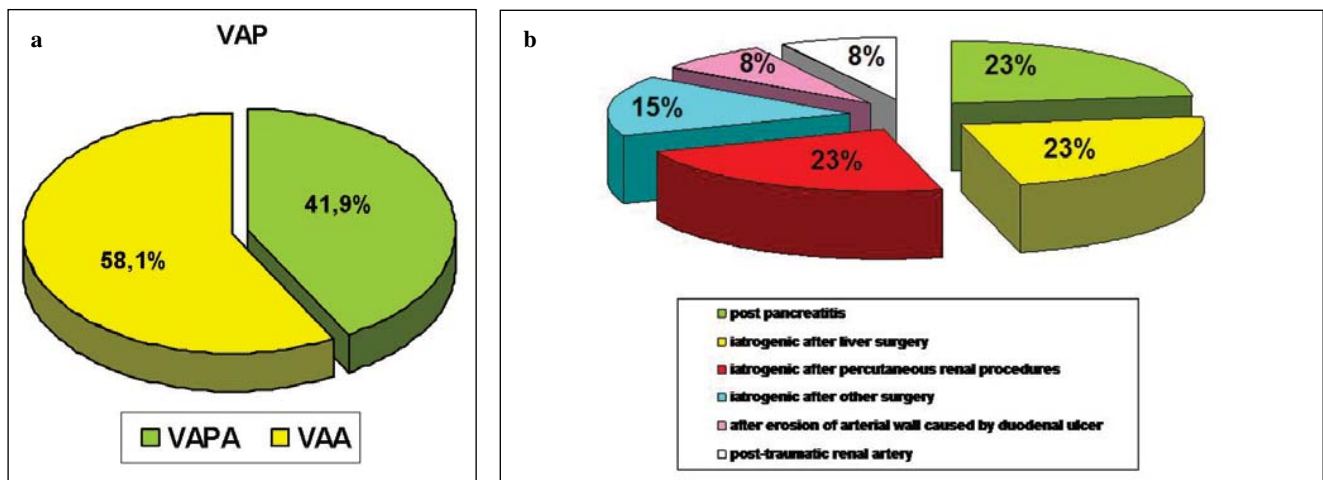


Fig. 1a,b Distribution of aneurysms (VAA) and pseudoaneurysms (VAPA); **b** etiology of pseudoaneurysms.

Fig. 1a,b Distribuzione degli aneurismi (VAA) e degli pseudoaneurismi (VAPA); **b** eziologia degli pseudoaneurismi.

with VAP who underwent endovascular treatment between January 2002 and September 2009.

Patients

Thirty-one VAP were treated in 30 patients (22 men, eight women), aged between 24 and 85 (mean age 59.8) years; one patient was found to have two splenic aneurysms. All patients who were symptomatic or asymptomatic with a VAP of the coeliac axis, the superior mesenteric artery, the inferior mesenteric artery, the renal artery and of their respective branches were included in the study. All patients who had undergone diagnostic angiography (DSA) with no indication for an endovascular procedure were excluded from the study.

Patients were also divided into a VAA group and a VAPA group (Fig. 1a). In addition, it was specified whether the procedure was elective or emergent (following rupture and acute bleeding). In 20 patients, the procedure was performed with anaesthesia: conscious sedation in 17/20 cases; general anaesthesia in 3/20 cases.

Diagnosis

The diagnosis of VAP was made with a CTA system (Brilliance CT-64, Philips, Eindhoven, The Netherlands) or Doppler ultrasound system (Acuson S2000, Siemens, Erlangen, Germany), except in three haemodynamically unstable patients who required an emergent angiography study (Integris, Philips, Eindhoven, The Netherlands). The size of the VAP ranged from 8 to 81 (mean 28.8) mm.

Materiali e metodi

È stato eseguito uno studio retrospettivo analizzando i pazienti con VAP sottoposti a trattamento endovascolare da gennaio 2002 a settembre 2009.

Pazienti

Sono stati complessivamente trattati 31 VAP in 30 pazienti (22 maschi e 8 femmine), con età compresa tra 24 e 85 anni (età media 59,8 anni); una paziente risultava portatrice di due aneurismi splenici. Sono stati inclusi nello studio tutti i pazienti, sintomatici o asintomatici, portatori di VAP del tripode celiaco, dell'arteria mesenterica superiore, della mesenterica inferiore, della renale e delle loro rispettive branche. I pazienti che sono stati sottoposti ad angiografia diagnostica (DSA) senza indicazione a un intervento endovascolare sono stati esclusi dallo studio.

I pazienti sono stati inoltre divisi in portatori di VAA o VAPA (Fig. 1a). Inoltre è stato specificato se l'intervento fosse stato eseguito in elezione o in regime d'urgenza (in seguito a rottura e sanguinamento acuto). In 20 pazienti la procedura è stata eseguita con assistenza anestesiológica; in particolare 17/20 sono stati sottoposti a sedazione, mentre per gli altri 3/20 si è resa necessaria l'anestesia generale.

Diagnosi

La diagnosi dei VAP è stata effettuata mediante esame ATC (Brilliance CT-64 slice, Philips, Eindhoven, Olanda), o ecografia Doppler (Acuson S2000 Ultrasound System, Siemens, Erlangen, Germania) eccetto 3 pazienti in cui l'instabilità

VAA and VAPA

VAPA were differentiated from VAA on the basis of clinical and radiological criteria. Clinically, patients with VAPA presented with a history of prior trauma, infection, surgical intervention or percutaneous procedure. Radiologically, VAPA appeared as a focal interruption of the arterial wall in an otherwise normal artery. Eighteen (58%) VAA and 13 (42%) VAPA were treated (Fig. 1a). Anatomical distribution of VAP was as follows: 11/31 arising from the splenic artery (35.5%), six the hepatic artery (19.5%), five the renal artery (16%), three the pancreaticoduodenal artery (9.5%), two the left gastric artery (6.5%) and in the remaining 4/31 (13%), one each from the gastroduodenal artery, rectal artery, colic artery and coeliac axis.

VAA aetiopathogenesis was atherosclerotic in 15/18 patients. In two cases of aneurysm of the pancreaticoduodenal artery, the aneurysmal dilatation was the consequence of haemodynamic abnormalities caused by an obstruction of the coeliac axis (Fig. 2). In the patient with two VAA of the splenic artery, the lesions were the result of portal hypertension with chronic thrombosis of the portal vein with cavernous transformation.

VAPA aetiopathogenesis was subdivided as follows (Fig. 1b): three cases of postpancreatitis (arising from the splenic artery, the coeliac axis or the middle colic artery); three cases of iatrogenic origin following intervention in the liver, with injury to the hepatic artery (one from liver biopsy, one from internal–external percutaneous biliary drainage, one postcholecystectomy); three cases of iatrogenic origin after percutaneous kidney procedures, with in-

emodinamica ha imposto lo studio angiografico (Integriss, Philips, Eindhoven, Olanda) d'urgenza. La dimensione dei VAP era compresa tra 8 e 81 mm (media 28,8 mm).

VAA e VAPA

I VAPA sono stati differenziati dai VAA sulla base di criteri clinici e radiologici. Clinicamente i pazienti portatori di VAPA si sono presentati con anamnesi positiva per pregressi traumi, infezioni, interventi chirurgici o procedure percutanee. Dal punto di vista radiologico i VAPA mostrano un'interruzione focale della parete arteriosa nel contesto di un'arteria altrimenti normale. Sono stati trattati 18 (58%) VAA e 13 (42%) VAPA (Fig. 1a). La distribuzione anatomica dei VAP trattati includeva: 11/31 originanti dall'arteria splenica (35,5%), 6 dall'epatica (19,5%), 5 dalla renale (16%), 3 dalla pancreatico-duodenale (9,5%), 2 dalla gastrica sinistra (6,5%), ed i restanti 4/31 (13%) rispettivamente 1 dalla gastroduodenale, 1 dalla rettale, 1 dalla colica media, 1 dal tripode celiaco.

L'eziopatogenesi dei VAA era aterosclerotica in 15/18 pazienti. In 2 casi di aneurismi dell'arteria pancreatico-duodenale la dilatazione aneurismatica era conseguenza di alterazioni emodinamiche causate da ostruzione del tripode celiaco (Fig. 2). Nella paziente portatrice di 2 VAA dell'arteria splenica questi erano secondari a un quadro di ipertensione portale con trombosi cronica della vena porta e cavernomatosi portale.

L'eziopatogenesi dei VAPA era così suddivisa (Fig. 1b): 3 post-pancreatite (originanti dall'arteria splenica, dal tripode celiaco o dalla colica media), 3 iatrogeni dopo intervento sul fegato con lesione dell'epatica (1 da biopsia epatica, 1 da drenaggio percutaneo biliare internoesterno,

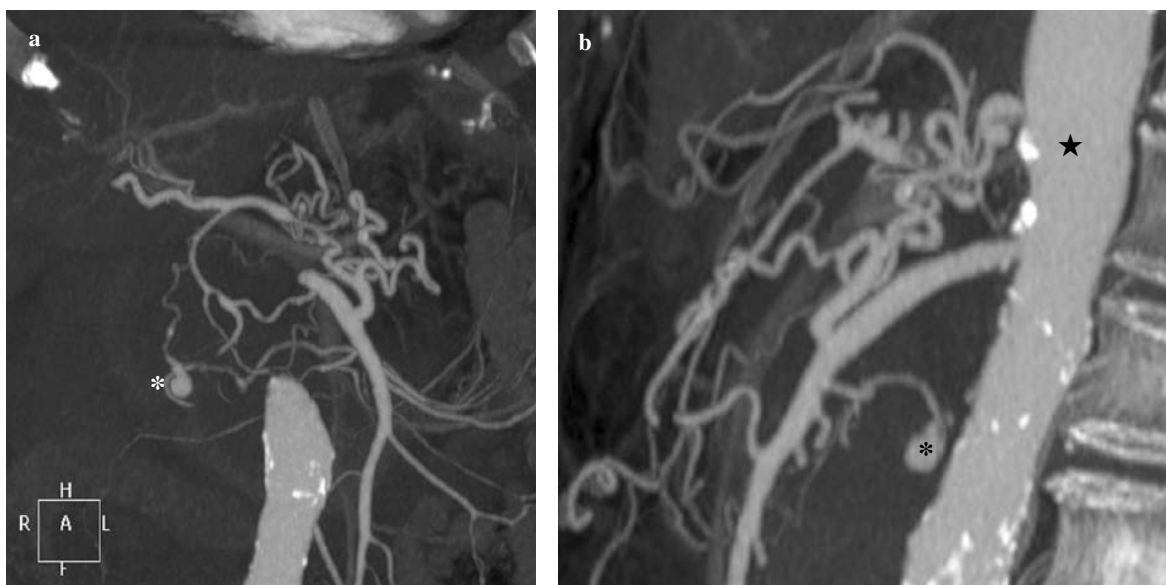


Fig. 2a,b Computed tomography angiography shows obstruction of the coeliac axis (★) with signs of aneurysm of the pancreatic–duodenal arch (*).

Fig. 2a,b ATC che dimostra l'ostruzione del tripode celiaco (★) con evidenza di aneurisma dell'arcata pancreatico-duodenale (*).

jury to the renal artery (two postpercutaneous lithotripsy, one following pyelostomy); two cases of iatrogenic injury after surgical procedures performed on other regions (one of the left anterior rectal artery following haemorrhoidectomy, one of the splenic artery following duodenopancreaticectomy); one following erosion of the pancreaticoduodenal artery vascular wall as a result of duodenal ulcer; and one following trauma to the renal artery.

Clinical presentation

Ten patients were asymptomatic (33.3%), and the diagnosis of VAP was incidental during CT or US examinations for other purposes. The remaining 20 symptomatic patients (66.7%) presented with signs and/or symptoms of anaemia: four had haematemesis, three haematuria, one rectorrhagia and the remaining 12 showed CT signs of abdominal or retroperitoneal bleeding. In three patients, endovascular intervention was performed as an emergent procedure following active bleeding and haemodynamic instability defined as arterial pressure <90 mmHg or infusion of at least 6U of whole blood in the previous 24 h. Seven of 18 VAA (38.8%) were symptomatic. The remaining 11 were identified incidentally and treated exclusively on the basis of size criteria (>20 mm). All VAPA were symptomatic at presentation.

Technique

The endovascular procedure was performed in an angiography suite with a digital angiograph (Integris Allura, Philips, Eindhoven, The Netherlands). The preferential percutaneous access site was the right femoral artery in all except one case of pseudoaneurysm of the coeliac axis, in which access via the left axillary artery was preferred. A 5-F vascular introducer (Terumo, Tokyo, Japan) was used in all except three cases in which a 6-F introducer was used and one in which a 9-F introducer was used. A 0.035-in. hydrophilic guidewire (Terumo, Tokyo, Japan) and a shepherd hook (Boston Scientific, Natick, USA) or Cobra hydrophilic catheter (Terumo, Tokyo, Japan) was used to catheterise the visceral vessel. A triaxial system was used with telescopic technique and a microcatheter (FasTracker, Boston Scientific; or Renegade, Progreate, Terumo, Tokyo, Japan) in 19/30 patients whose vascular anatomy was particularly tortuous. The microcatheter also proved useful in cases of selective embolisation of the aneurysmal sac, enabling preservation of flow in the main vessel.

All patients received 2,500 U of heparin, except those who were haemodynamically unstable. Technical success was defined as the correct release of the device with no further angiographic evidence of the aneurysmal sac or extraluminal leakage of contrast material.

1 post-colecistectomia), 3 iatrogeni dopo procedure percutanee renali con lesione dell'arteria renale (2 post-litotripsi percutanea, 1 dopo pielostomia), 2 iatrogeni dopo interventi chirurgici eseguiti su altri distretti (1 della retta anteriore sinistra dopo emorroidectomia e 1 dell'arteria splenica in seguito a duodenocefalopancreasectomia) 1 in seguito a erosione della parete vascolare dell'arteria pancreaticoduodenale in seguito a ulcera duodenale, 1 post-traumatico dall'arteria renale.

Presentazione clinica

Dieci pazienti erano asintomatici (33,3%) e la diagnosi di VAP è stata occasionale durante esecuzione di esami TC o ecografici per altri motivi. I restanti 20 pazienti (66,7%) sintomatici si erano presentati con segni e/o sintomi dell'anemizzazione; in particolare 4 presentavano ematemesi, 3 ematuria, 1 rettorragia e i rimanenti 12 pazienti presentavano all'esame TC un sanguinamento addominale o retroperitoneale. In 3 pazienti la procedura endovascolare è stata eseguita in regime d'urgenza in seguito a sanguinamento attivo e instabilità emodinamica definita come pressione arteriosa <90 mmHg o come infusione di almeno 6 sacche di sangue intero nelle ultime 24 ore. Sette/18 VAA (38,8%) erano sintomatici; i restanti 11 erano asintomatici, identificati incidentalmente e trattati sulla base di criteri esclusivamente dimensionali (>20 mm). Differentemente dai VAA, tutti i VAPA erano sintomatici alla presentazione.

Tecnica

La procedura endovascolare è stata eseguita in sala angiografica mediante angiografo digitale (Integris Allura, Philips, Eindhoven, Olanda). L'accesso percutaneo è stato sempre femorale comune destro fatta eccezione per un caso di uno pseudoaneurisma del tripode celiaco nel quale è stato preferito un accesso ascellare sinistro. È stato sempre utilizzato un introduttore vascolare di 5 F (Terumo, Tokyo, Giappone) di calibro, fatta eccezione per i trattamenti in cui si sono impiegati introduttori da 6 F in 3 casi e da 9 F in un caso. È stata utilizzata guida idrofilica 0,035 inch (Terumo, Tokyo, Giappone) e catetere shepper hook (Boston Scientific, Natick, USA) o Cobra idrofilico (Terumo, Tokyo, Giappone) per cateterizzare il vaso viscerale. È stato utilizzato un sistema triassiale con tecnica telescopica e impiego di microcatetere (FasTracker o Renegade, Boston Scientific, Natick, USA o Progreate, Terumo, Tokyo, Giappone) in 19/30 pazienti nei casi in cui l'anatomia vascolare era particolarmente tortuosa. Il microcatetere è risultato utile anche nei casi di selettiva embolizzazione della sacca aneurismatica permettendo di preservare il flusso nel vaso principale.

A tutti pazienti è stata somministrata eparina (2500 unità) tranne in quelli emodinamicamente instabili. Il successo tecnico è stato definito come il corretto rilascio del device senza più dimostrazione angiografica della sacca aneurismatica o di spandimento extraluminale di mezzo di contrasto.

Follow-up

Periprocedural complications and morbidity and mortality rates within 30 days of treatment were recorded. The correct exclusion of the aneurysm was documented both as cessation of bleeding and absence of flow within the aneurysmal sac at CTA or CDUS performed at 1, 6 and 12 months. In 2/31 cases, artefacts produced by metal coils made CTA evaluation of sac exclusion difficult, so that a Doppler ultrasound was performed. In cases of VAA in which a metallic stent was used, size reduction of the aneurysmal sac was also evaluated at 1, 6 and 12 months.

Results

In most patients (26/30), VAP was treated with the release of nonmagnetic metal coils covered with Dacron fibres (Vortex, Boston Scientific; or Reye, Cook, Bloomington, USA), platinum coils (Balt, Montmorency, France) or microcoils (Vortex, Boston Scientific). In the presence of a suitable aneurysmal neck, the sac was directly embolised; where the neck was poor or absent, the vessel in question was embolised distal to the lesion according to the isolation technique as defined in the literature (Fig. 3). In cases of VAPA involving terminal vessels, the afferent vessel was embolised (Fig. 4). Cases in which VAPA was secondary to interventional procedures (one postpyelostomy and one after biliary drainage), coil embolisation was done after temporary retraction of the drainage catheter from the parenchyma with the assistance of a guidewire. In one case, it was decided to deploy coated metal stents (Stent Fluency Plus 10×60 mm and 8×60 mm, Bard, Karlsruhe, Germany) to exclude a splenic aneurysm (Fig. 5). During the manoeuvre, the stent was partially displaced due to arterial tortuosity and introducer size, thus necessitating a second deployment. In one patient with a splenic artery aneurysm, embolisation was achieved with the release of two 8-mm plugs (Amplatzer Plug IV, AGA, Plymouth, USA) and metal coils (Fig. 6). Three patients were treated with a nitinol multilayer stent (Multilayer, Cardiatis, Brussels, Belgium) (patient 9: 8×60 mm; patient 10: 7×80 mm; patient 11: 10×40 mm) to preserve flow patency in the collateral vessels (Fig. 7).

Criteria for deciding whether or not to treat these patients were based on both clinical and size parameters. All symptomatic patients underwent the endovascular procedure within a brief timeframe due to haemodynamically unstable bleeding or haemodynamically stable active bleeding shown at CTA. In patients who showed no symptoms or signs of active bleeding, the size criteria was used, with treatment being considered necessary in aneurysms ≥ 20 mm in diameter.

Follow-up

Sono state raccolte le complicanze periprocedurali, la morbilità e la mortalità entro 30 giorni dal trattamento. La corretta esclusione dell'aneurisma è stata documentata sia come cessazione del sanguinamento sia come assenza di flusso all'interno della sacca all'esame ATC o eco-color Doppler a 1, 6 e 12 mesi. In 2/31 casi all'ATC gli artefatti derivanti dalle spirali metalliche hanno reso difficoltosa la valutazione dell'esclusione della sacca, per cui è stato effettuato esame ecografico Doppler. Nei casi di VAA in cui è stato impiegato uno stent metallico si è inoltre valutata la riduzione delle dimensioni della sacca aneurismatica a 1, 6 e 12 mesi.

Risultati

Nella maggioranza dei pazienti (26/30) il VAP è stato trattato mediante rilascio di spirali metalliche amagnetiche e rivestite con fibre in Dacron (Vortex, Boston Scientific, Natick, USA o Reye, Cook, Bloomington, USA) oppure spirali in platino (Balt, Montmorency, Francia) o microspirali (Vortex, Boston Scientific, Natick, USA). Dove era presente un adeguato colletto è stata embolizzata direttamente la sacca aneurismatica; dove questo era scarso o assente, si è embolizzato il vaso interessato a monte e a valle della lesione secondo quella che in letteratura è definita come isolation-technique (Fig. 3). Nei casi di VAPA di vasi terminali è stato embolizzato il vaso afferente (Fig. 4). I casi in cui i VAPA erano secondari a procedure interventistiche (1 post-pielostomia e 1 dopo drenaggio biliare) l'embolizzazione con spirali metalliche è stata eseguita previa temporanea retractione del catetere di drenaggio dal parenchima con l'ausilio di filo guida. In un caso si è deciso di impiantare due stent metallici ricoperti (stent Fluency Plus 10×60 mm e 8×60 mm, Bard, Karlsruhe, Germania) per escludere un aneurisma splenico (Fig. 5). Durante la manovra, a causa della tortuosità dell'arteria e del grosso calibro dell'introduttore, lo stent si è parzialmente spostato per cui è stato necessario l'impianto di un secondo embricato al precedente.

In un paziente portatore di aneurisma splenico l'embolizzazione è stata eseguita con il rilascio di 2 plug di 8 mm di calibro (Amplatzer Plug IV, AGA, Plymouth, USA) e spirali metalliche (Fig. 6). Tre pazienti sono stati trattati mediante impianto di stent multimaglia in nitinol (Multilayer, Cardiatis, Brussels, Belgio) (paziente 9: 8×60 mm; paziente 10: 7×80 mm; paziente 11: 10×40 mm) al fine di preservare la pervietà di flusso nei vasi collaterali (Fig. 7).

I criteri utilizzati per decidere se trattare o meno tali pazienti è stato sia clinico sia volumetrico; infatti tutti i pazienti sintomatici sono stati sottoposti a procedura endovascolare in tempi brevi a causa del sanguinamento acuto (instabilità emodinamica) o attivo e documentato all'esame ATC in paziente non emodinamicamente instabile. Nei pazienti asintomatici e senza segni di sanguinamento attivo



Fig. 3a-d Digital subtraction angiography. Pseudoaneurysm of the hepatic artery (*) (a). Selective catheterisation of the efferent branch of the aneurysm with angiographic microcatheter (b). Exclusion of the aneurysm with metal microcoils proximal and distal to the lesion using the isolation technique (c). Final angiography shows exclusion of the aneurysm (d).

Fig. 3a-d DSA: pseudoaneurisma dell'arteria epatica propria (*) (a); cateterizzazione selettiva del ramo efferente l'aneurisma con microcatetere angiografico (b); esclusione dell'aneurisma con microspirali metalliche a monte e a valle della lesione mediante isolation-technique (c); controllo angiografico finale con esclusione dell'aneurisma (d).

A total of 26/31 (84%) VAP were embolised with metal coils, 3/31 (9.5%) with Cardiatis multilayer stents and the remaining 2/31 (6.5%) with coils and Amplatzer plug or Fluency-coated stent. Immediate exclusion was achieved in all VAP, with a technical success of 100%. No periprocedural complications were recorded. One patient with a pseudoaneurysm of the coeliac axis died 10 days after treatment as a result of renewed haemorrhage, producing a 30-day mortality of 3%.

Follow-up was performed both clinically (cessation of bleeding) and at 1, 6 and 12 months with CDUS or CTA. Follow-up was done with CTA in 20/30 patients, with CDUS in 2/30 patients and in the remaining 8/30 patients (six symptomatic and with signs of active bleeding)

invece il criterio è stato volumetrico, ed è stato considerato necessario il trattamento in caso di aneurisma di diametro superiore ai 20 mm.

Ventisei/31 (84%) VAP sono stati embolizzati con spirali metalliche, 3/31 (9,5%) con stent multimaglia Cardiatis, e i restanti 2 (6,5%) rispettivamente con spirali ed Amplatzer plug oppure con stent ricoperto Fluency. In tutti i VAP trattati si è ottenuta esclusione immediata, con successo tecnico del 100%. Non si sono registrate complicanze periprocedurali. Un paziente portatore di pseudoaneurisma del tripode celiaco è deceduto dopo 10 giorni dal trattamento in seguito a nuovo sanguinamento, con una mortalità a 30 giorni del 3%.

Il follow-up è stato eseguito sia clinicamente (cessazione del sanguinamento) sia a 1, 6 e 12 mesi mediante eco-color



Fig. 4a-d Digital subtraction angiography in a patient with posttraumatic pseudoaneurysm (*) of the inferior polar artery of the right kidney (**a,b**). Embolisation with angiographic microcatheter and metal coils (**c**). Final angiogram shows exclusion of the pseudoaneurysm (**d**).

Fig. 4a-d DSA in paziente portatore di pseudoaneurisma post-traumatico (*), dell'arteria polare inferiore del rene destro (**a,b**); embolizzazione con microcatetere angiografico e spirali metalliche (**c**); controllo finale con esclusione dello pseudoaneurisma (**d**).

the good outcome of the procedure was verified by the cessation of bleeding. In the patients treated with metal coils, the CT follow-up was hampered by metal artefacts. In particular, in two cases the significant amount of metal made it impossible to verify the exclusion of the aneurysmal sac such that these patients underwent CDUS study.

During follow-up all, VAA remained excluded, and no new endovascular procedure was required in any patient. In 5/10 patients (50%) with splenic VAP (four VAA, one VAPA), ischaemia of the parenchyma occurred (with CTA evaluation of the ischaemic tissue varying from 10% to 90%). Only in one case was surgery required (splenectomy), which was due to infection (Fig. 8). In 3/4 patients with renal artery VAPA, infarction occurred, with

Doppler o ATC. Il follow-up con esame TC è stato effettuato in 20/30 pazienti, in 2/30 pazienti con eco-color Doppler; nei rimanenti 8 pazienti (6 sintomatici e con segni di sanguinamento attivo) il buon esito della procedura è stato attestato dalla cessazione del sanguinamento. Nei pazienti in cui l'embolizzazione è stata effettuata con spirali metalliche, il follow-up TC è stato gravato da artefatti metallici. In particolare in 2 casi la presenza di abbondante materiale metallico non ha permesso di stabilire la reale esclusione della sacca aneurismatica e pertanto questi pz sono stati sottoposti a controllo con eco-color Doppler.

Durante il follow-up tutti i VAA sono rimasti esclusi e in nessun paziente è stato necessario effettuare una nuova procedura endovascolare. In 5/10 pazienti (50%) portatori di VAP splenici (4 VAA, 1 VAPA) si è verificata ischemia del parenchima (con valutazione della percentuale di tes-

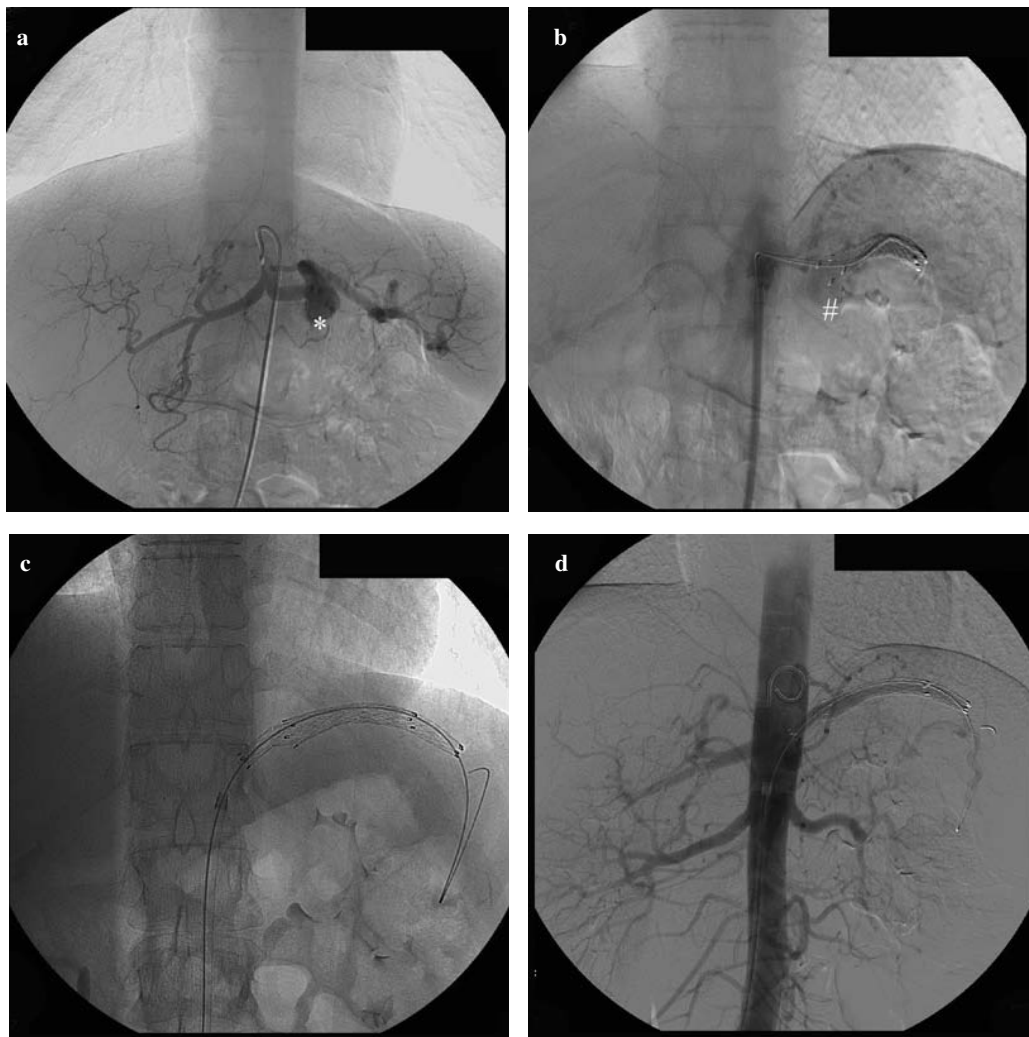


Fig. 5a-d Digital subtraction angiography shows aneurysm of the splenic artery (*) (a). Deployment of an initial coated stent with incomplete exclusion of the sac (#) (b). Deployment of a second coated stent (c). Final angiogram shows correct exclusion of the aneurysmal sac (d).

Fig. 5a-d DSA con dimostrazione di aneurisma dell'arteria splenica (*) (a); rilascio di un primo stent ricoperto con incompleta esclusione della sacca (#) (b); embricatura di un secondo stent ricoperto (c); controllo finale con corretta esclusione della sacca aneurismatica (d).

the percentage of ischaemic tissue varying from 10% to 25%. In no case was surgery (nephrectomy) required, and no significant alterations in serum creatinine levels were observed. There were no cases of hepatic or intestinal infarction.

In the four patients treated with metal stent, stent patency and reduction in aneurysmal sac size were evaluated. Because one of these patients died, analysis was performed on the remaining three patients. In the two patients with hepatic artery aneurysm treated with a Cardiatist stent, there was a sac reduction from 81 to 71 mm (13%) and from 40 to 36 mm (10%), respectively (Fig. 9). In the patient in whom two Fluency stents were deployed in the splenic artery, there was an almost total reduction in the aneurysmal sac.

suto ischemizzato all'ATC variabile da 10% a 90%); in un solo caso tuttavia si è reso necessario intervento chirurgico di splenectomia in seguito a sovrainfezione (Fig. 8). In 3/4 pazienti portatori di VAPA renale si è verificato un infarto con percentuale di tessuto ischemico variabile da 10% a 25%. In nessun caso è stato necessario l'intervento chirurgico di nefrectomia né si sono registrate alterazioni significative della creatininemia. Non si sono registrati casi di infarto epatico o intestinale.

Dei 4 pazienti in cui si è impiantato uno stent metallico si è valutata oltre alla pervietà dello stent anche la riduzione delle dimensioni della sacca aneurismatica. Poiché uno di questi 4 pazienti è deceduto l'analisi è stata effettuata nei rimanenti 3. In particolare in 2 pazienti portatori di aneurisma epatico in cui si è impiantato uno stent Cardiatist

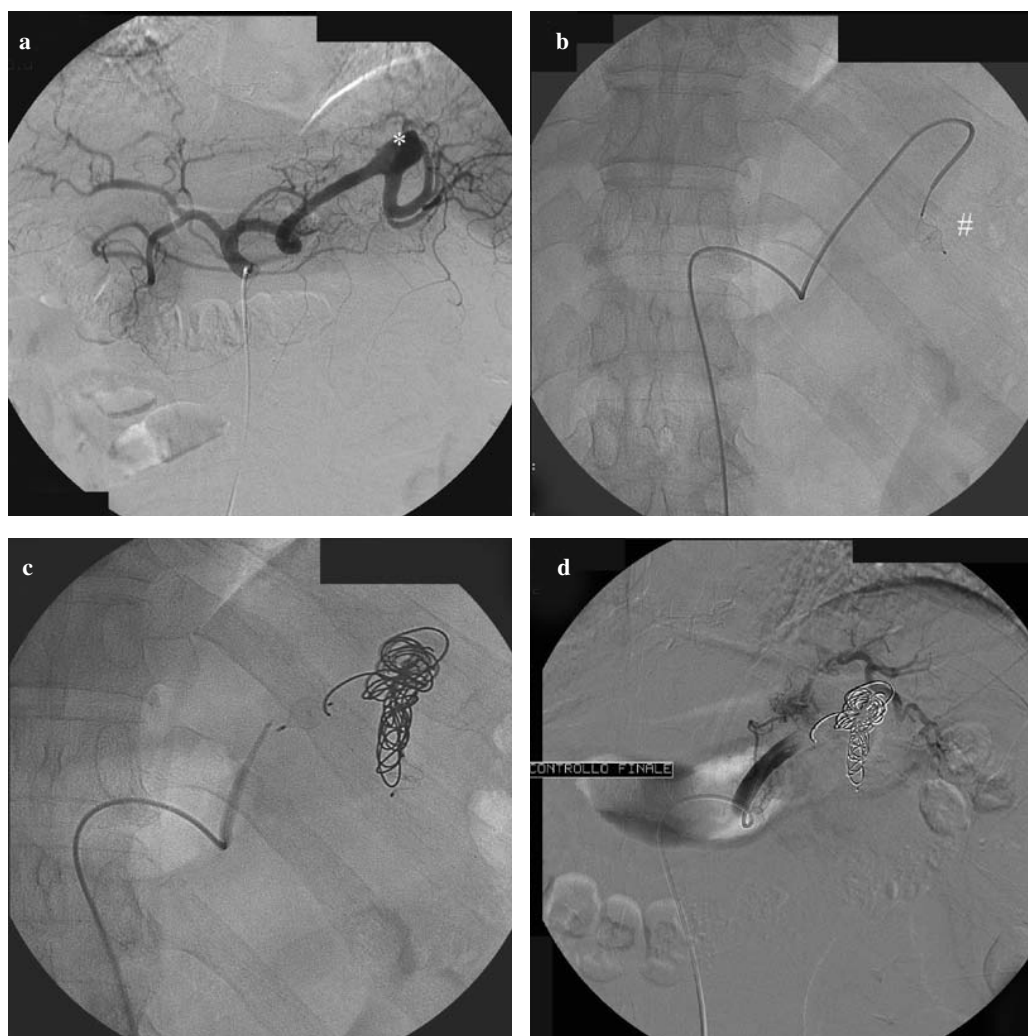


Fig. 6a-d Digital subtraction angiography shows an aneurysm of the splenic artery (*) (a). Catheterisation of the distal tract of the splenic artery with release of a 4- to 8-mm Amplatzer plug (#) (b). Embolisation of the aneurysmal sac with metal coils and release of another 8-mm plug proximal to the aneurysm (c). Final angiogram shows exclusion of the sac and revascularisation of the splenic parenchyma thanks to compensation of the short gastric branches (d).

Fig. 6a-d DSA: presenza di aneurisma dell'arteria splenica (*) (a); cateterizzazione del tratto distale dell'arteria splenica con rilascio di Amplatzer plug 4 da 8 mm di diametro (#) (b); embolizzazione della sacca con spirali metalliche (c) e rilascio di un'ulteriore plug da 8 mm a monte dell'aneurisma (c); controllo finale con esclusione della sacca e rivascularizzazione del parenchima splenico grazie al compenso dei rami gastrici brevi (d).

Discussion

VAP is a rare but potentially lethal pathological condition. Determining the clinical significance of and appropriate treatment for VAA are aimed at preventing rupture and haemorrhage. Recent years have seen an increase in the detection of these lesions due to an increase in both the number and resolution of diagnostic techniques (CT) and an increase in percutaneous, endoscopic and laparoscopic procedures on the biliary and urinary systems [4].

Traditional surgical treatment of these aneurysms is considered the reference standard [6, 9]. Nonetheless, modern endoluminal techniques are valid and less invasive

si è avuta una riduzione della sacca rispettivamente da 81 a 71 mm e da 40 a 36 mm (Fig. 9), con riduzione percentuale del 13% e del 10%. Nella paziente in cui sono stati impiantati 2 stent Fluency in arteria splenica si è avuta la riduzione pressoché completa della sacca aneurismatica.

Discussione

I VAP sono entità patologiche rare, ma potenzialmente letali. Il significato clinico e il trattamento appropriato di questi VAA sono volti a prevenirne il sanguinamento da rottura. Negli ultimi anni si è assistito ad incremento dell'identificazione di tali lesioni dovuto sia all'aumento del nu-

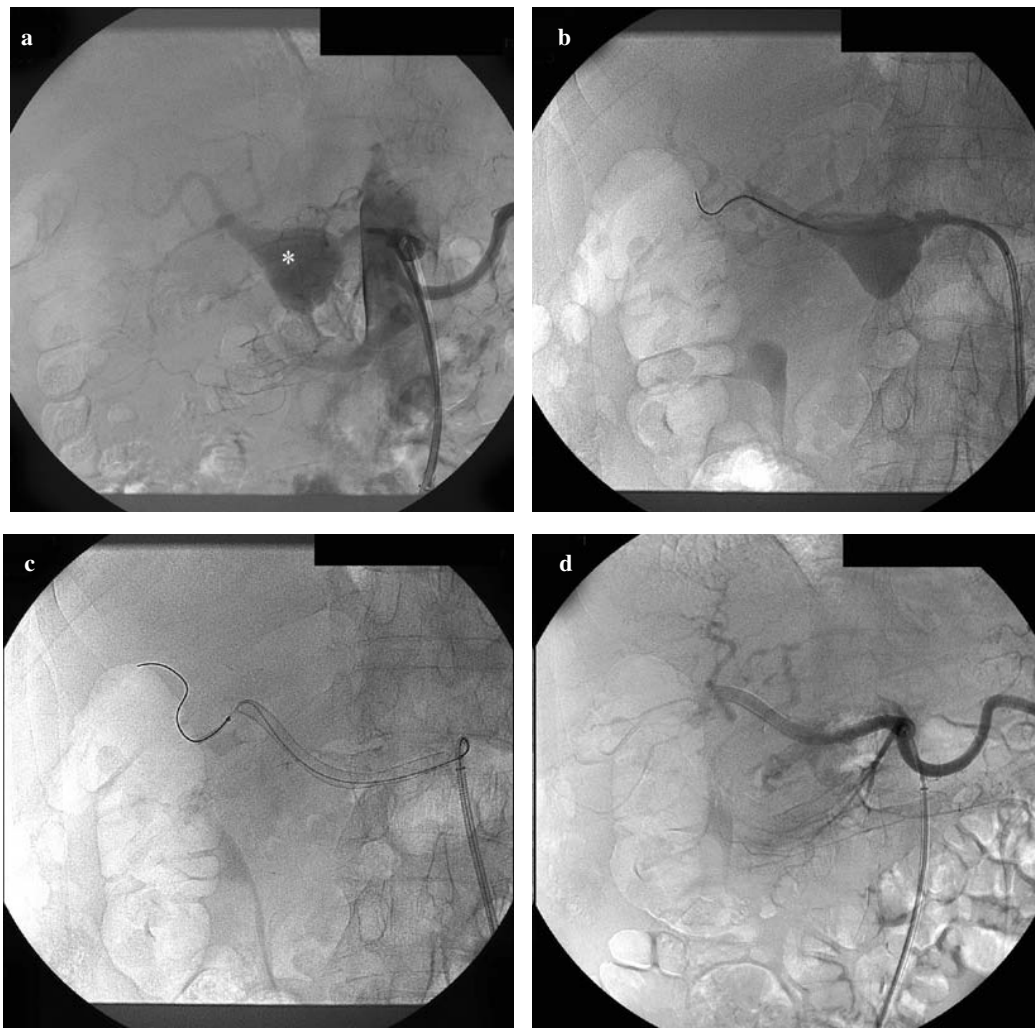


Fig. 7a-d Digital subtraction angiography of the coeliac axis shows an aneurysm of the hepatic artery (*) (a) treated with deployment of the Cardiatris multilayer stent (b,c). Final angiogram with initial slowing of blood flow in the aneurysmal sac (d).

Fig. 7a-d DSA del tripode celiaco con evidenza di aneurisma dell'arteria epatica (*) (a) trattato mediante il rilascio di stent multimaglia Cardiatris (b,c) e controllo finale con iniziale rallentamento del flusso ematico nella sacca aneurismatica (d).

alternatives. In addition, the literature [14–16] shows that endovascular treatment is preferable in VAP in the following circumstances: lesions secondary to acute pancreatitis; lesions of the mesenteric artery secondary to iatrogenic injury or sepsis; intrahepatic iatrogenic or traumatic lesions; in haemodynamically unstable patients. In these situations, open surgery is difficult to perform due to the technical difficulty and patients' clinical conditions (haemodynamic instability) and comorbidities (pancreatitis, hepatobiliary disease).

Most published studies on the surgical treatment of VAP are limited to small patient series or case reports. In addition, results of these studies often are neither subdivided according to anatomical–pathological characteristics (VAA or VAPA) nor on the basis of the region involved. In general, the mortality rate after elective surgery varies between 0% and 5% [6, 17]. The study by Pulli et al. [6],

mero e della risoluzione delle tecniche diagnostiche (TC) sia all'aumento degli interventi percutanei, endoscopici e laparoscopici su vie biliari e urinarie [4].

Il trattamento chirurgico tradizionale di questi aneurismi è considerato il gold standard [6, 9]. Tuttavia le moderne tecniche endoluminali rappresentano una valida e meno invasiva alternativa. Dalla letteratura [14–16] si evince inoltre che il trattamento endovascolare è da preferire nei VAP: secondari a pancreatite acuta; dell'arteria mesenterica iatrogeni o secondari a sepsi; iatrogeni o traumatici intraepatici; in pazienti emodinamicamente instabili. In queste situazioni la chirurgia a cielo aperto è di difficile attuazione sia per le difficoltà tecniche sia per le condizioni cliniche (instabilità emodinamica) e di comorbidità (pancreatite, patologia epatobiliare) dei pazienti.

La maggior parte della letteratura sul trattamento chirurgico dei VAP è limitata a piccole serie di pazienti o a case report. Inoltre spesso i risultati di tali studi non sono



Fig. 8a-d Axial (a,b), coronal and sagittal (c,d) computed tomography angiography scans show results of coil embolisation (#) of the postpancreatic pseudoaneurysm of the splenic artery. A large area of necrosis of the splenic parenchyma (*) can be appreciated, with associated air bubbles indicating infection. Three days later, the patient underwent splenectomy.

Fig. 8a-d ATC: scansioni assiali (a,b) coronali e sagittali (c,d) in cui si apprezzano gli esiti dell'embolizzazione con spirali metalliche (#) di pseudoaneurisma post-pancreatitico dell'arteria splenica: si apprezzano la voluminosa necrosi del parenchima splenico (*) con sovrainfezione associata testimoniata dalla presenza di bolle aeree nel contesto. La paziente 3 giorni dopo è stata sottoposta a splenectomia.

one of the largest published series, reports no data regarding mortality correlated with surgical procedure. However, in patients undergoing emergency procedures, mortality rates of up to 25% are reported in the event of rupture of splenic artery aneurysms [18]. The perioperative mortality rate is probably even higher in cases of ruptured aneurysms of the hepatic artery, the mesenteric region and the renal artery.

Endovascular treatment can provide benefits in terms of survival not only in elective interventions but also in emergent procedures in patients with aneurysm rupture. Indeed, in our study the technical success was 100%, with immediate exclusion of the aneurysmal sac, no evidence of periprocedural complications and a 30-day mortality rate of 3%. Only one patient died – 10 days after the proce-

suddivisi né in base alle caratteristiche anatomopatologiche (VAA o VAPA) né in base al distretto interessato. In generale la mortalità dopo intervento chirurgico in elezione è variabile da 0% a 5% [6, 17]. Nel lavoro di Pulli et al. [6], riportante una delle più ampie casistiche, non si è documentata mortalità correlata a intervento chirurgico. Tuttavia nei casi di emergenza sono state riportate mortalità fino al 25% in caso di rottura di aneurismi splenici [18]. La mortalità perioperatoria è probabilmente ancora più alta in caso di rottura di aneurismi epatici, del distretto mesenterico e dell'arteria renale.

Il trattamento endovascolare può fornire un beneficio in termini di sopravvivenza non solo negli interventi elettivi, ma anche nelle procedure eseguite d'urgenza in pz con rottura di aneurisma viscerale. Nel nostro studio infatti si è ottenuto un successo tecnico del 100% con esclusione im-

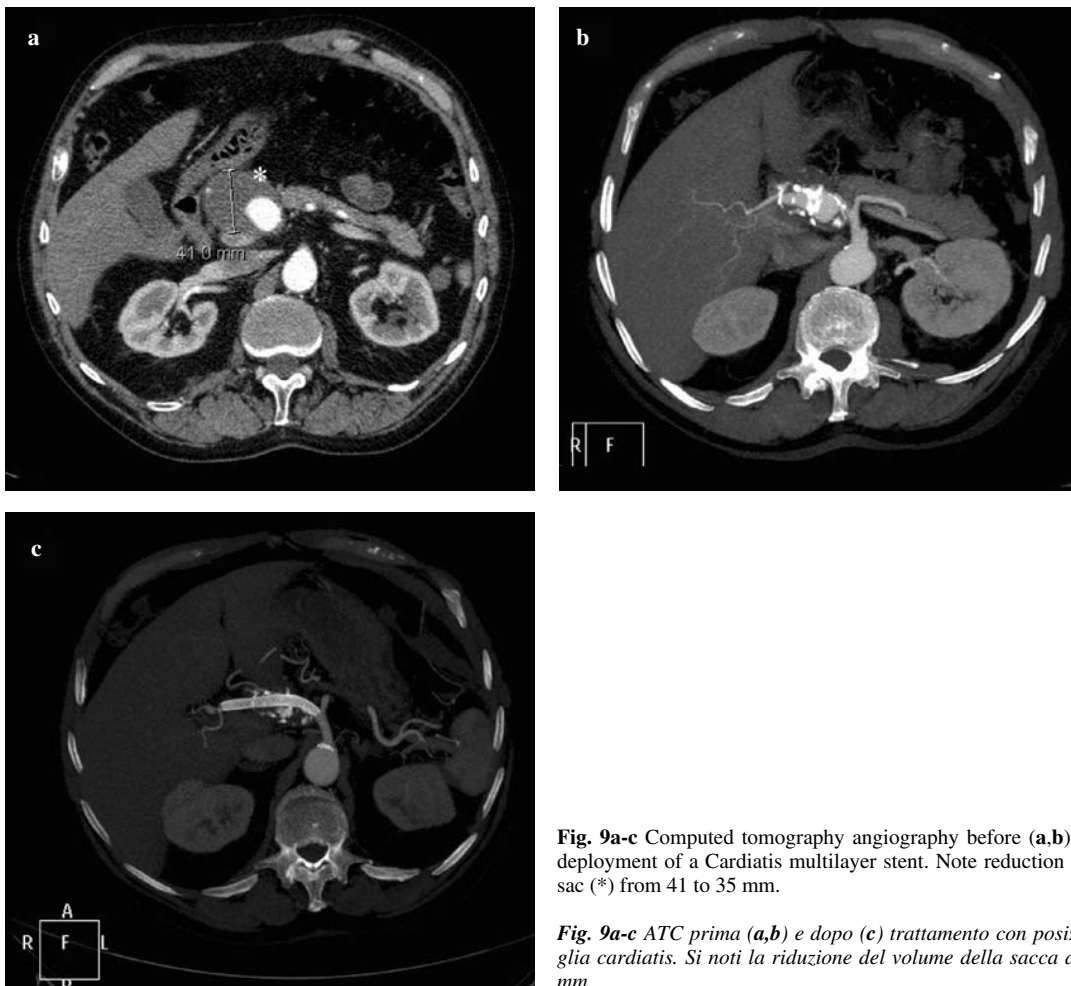


Fig. 9a-c Computed tomography angiography before (a,b) and after (c) treatment with deployment of a Cardatis multilayer stent. Note reduction in volume of the aneurysmal sac (*) from 41 to 35 mm.

Fig. 9a-c ATC prima (a,b) e dopo (c) trattamento con posizionamento di stent multimaglia cardiatis. Si noti la riduzione del volume della sacca aneurismatica (*) da 41 a 35 mm.

ture – as a result of new-onset haemorrhage. This patient, who suffered from necrotic haemorrhagic pancreatitis, had a VAPA of the coeliac axis. In this case, embolisation was technically impossible due to the absence of a suitable aneurysmal neck and consequent high risk of coil migration or occlusion of the entire coeliac axis. In addition, the hostile anatomical situation, with a markedly sharp origin of the coeliac axis, did not allow catheterisation of the vessel with an 8-F introducer (indispensable for deploying the coated stent). The choice was therefore made to treat the aneurysm with a new-generation multilayer stent via axillary access, which allowed the use of a smaller diameter introducer (6-F). The stent, which should reduce flow inside the sac within 30 days, was unable to interrupt the haemorrhage in the following days, which suggests that this device should not be used in bleeding VAPA.

In our study, most VAPA involved the splenic region (33%), which is in agreement with data reported in the literature [4, 10]. Half of our patients with a splenic artery aneurysm were affected by infarction of the splenic parenchyma, with the percentage of ischaemic tissue var-

mediata della sacca aneurismatica senza evidenza di complicanze periprocedurali e con una mortalità a 30 giorni dal trattamento del 3%. Un solo paziente, infatti, è deceduto 10 giorni dopo la procedura per l'insorgenza di un nuovo sanguinamento. Tale paziente, affetto da pancreatite necrotico-emorragica, era portatore di VAPA del tripode; in questo caso l'embolizzazione era tecnicamente impossibile per assenza di adeguato colletto con elevato rischio di migrazione di spirali o di occlusione di tutto il tripode. Inoltre la situazione anatomica ostile, con origine del tripode assai angolata, non permetteva cateterismo del vaso con introduttore di 8 F di calibro (indispensabile per il rilascio di stent ricoperto). Si è optato quindi per il trattamento con stent multimaglia di nuova generazione con accesso ascellare, che ha consentito di utilizzare un introduttore di calibro relativamente ridotto (6 F). Tale stent, che dovrebbe ridurre il flusso all'interno della sacca entro 30 giorni, non ha tuttavia consentito di interrompere l'emorragia nei giorni seguenti, dato che suggerirebbe che tale device non dovrebbe essere utilizzato nei VAPA sanguinanti.

Nel nostro studio la maggior parte dei VAPA interessava il distretto splenico (33%) come del resto è ampiamente riportato in letteratura [4, 10]. Nel 50% dei pazienti porta-

ying from 10% to 90%. This finding proved to be without clinical sequelae in four patients; there was one case of infection with peritoneal syndrome, which required surgery (splenectomy). Splenic infarction occurred in patients in whom the aneurysmal neck was unsuitable and embolisation of the splenic artery in the perihilar region was required. When embolisation involved the vessel in the immediate vicinity of the origin of bleeding, or when the presence of a suitable neck allowed embolisation of the aneurysmal sac alone, splenic infarction was not identified due to the compensatory flow from the short gastric branches or the guaranteed patency of the splenic artery.

The endovascular technique, reported to notably reduce splenic infarction and receiving increasing attention [12], involves deployment of coated stents. Indeed, in our study, no splenic infarction occurred when a coated stent was deployed. This technique, however, cannot be used in all cases and should be avoided in perihilar aneurysms and when the vessel is particularly tortuous. In these situations, bringing a large-diameter introducer (8–9 F) in proximity of the lesion is a particularly complex task.

Ischaemic phenomena were also recorded in three of the four patients with renal artery VAA, with the percentage of ischaemic tissue varying from 10% to 25%. There were no clinical sequelae and no cases of renal insufficiency. In all three cases of renal ischaemia, embolisation of a terminal vessel feeding the pseudoaneurysm was necessary. The only case in which parenchymal ischaemia was not observed involved a VAA with a neck in which coil embolisation of the aneurysmal sac alone could not be performed.

Another interesting feature of our series was the two cases of aneurysms of the pancreatic–duodenal arch associated with chronic obstruction of the coeliac axis. Indeed, as Dave et al. [19] report, obstruction of the coeliac axis and the consequent compensatory hypertrophy of the pancreatic–duodenal circulation causes haemodynamic alterations that favour the development of pancreatic–duodenal arch aneurysms. In these situations, embolisation proves particularly difficult due to tortuosity of the vascular segments involved, thus obliging the operator to use angiographic microcatheters.

Special attention should also be drawn to the two patients with hepatic artery aneurysms treated with deployment of a Cardiatis multilayer stent. This stent, which has only been available since May 2009, is a coated stent consisting of a double layer of cobalt mesh that reduces flow in the aneurysmal sac up to complete thrombosis within 30 days. The unique nature of this device lies in the possibility of maintaining the patency of any collateral branches arising from the aneurysmal sac. In addition, it has a lower profile than similarly sized coated stents and is there-

tori di aneurisma splenico si è verificato un infarto del parenchima splenico con percentuale di tessuto ischemico variabile dal 10% al 90%. Tale reperto si è dimostrato privo di sequele cliniche in 4 pazienti, mentre in una sola paziente si è verificata sovrainfezione con sindrome peritoneale che ha obbligato all'intervento chirurgico di splenectomia. L'infarto della milza si è verificato solo in quei pz in cui non vi era adeguato colletto e in cui si è dovuto embolizzare l'arteria splenica in regione perilare. Quando l'embolizzazione ha interessato il vaso nel sanguinamento a ridosso dell'origine o nei quali la presenza di un adeguato colletto ha permesso l'embolizzazione della sola sacca aneurismatica l'infarto della milza non è stato documentato in accordo sia con il compenso sostenuto dai rami gastrici brevi sia con la garantita pervietà dell'asse splenico.

La tecnica endovascolare che consentirebbe di ridurre notevolmente gli infarti splenici e che ultimamente sta ricevendo sempre più attenzione [12] è quella dell'impianto di stent ricoperti. Nel nostro studio infatti non si è verificato infarto splenico nel caso in cui si è posizionato uno stent ricoperto. Tale tecnica non è percorribile in tutti i casi, ed è da evitare nei casi di aneurismi perilari e quando il vaso è particolarmente tortuoso. In queste situazioni infatti risulta particolarmente complesso portare introduttori di grosso calibro (8–9 F) in prossimità della lesione.

Si sono registrati inoltre fenomeni di ischemia in 3 dei 4 pazienti portatori di VAA dell'arteria renale, con percentuale di tessuto ischemico variabile dal 10% al 25%. In tutti questi casi non si sono verificate sequele cliniche e non si sono registrati quadri di insufficienza renale. In tutti e 3 i casi in cui si è verificata ischemia renale è stato necessario embolizzare un vaso terminale afferente alla lesione pseudoaneurismatica. L'unico caso in cui non si è evidenziata ischemia parenchimale era un VAA munito di colletto nel quale non è stato possibile embolizzare con spirali metalliche la sola sacca aneurismatica.

Risulta inoltre di particolare interesse il fatto che nella nostra casistica compaiano due aneurismi dell'arcata pancreatico-duodenale associati a ostruzione cronica del tripode celiaco. Come riportato in un lavoro di Dave et al. [19] infatti l'ostruzione cronica del tripode celiaco e la conseguente ipertrofia compensatoria dei circoli pancreatico-duodenali determina alterazioni emodinamiche che favoriscono lo sviluppo di aneurismi dell'arcata pancreatico-duodenale. In tali situazioni l'embolizzazione risulta particolarmente difficoltosa a causa delle notevoli tortuosità dei segmenti vascolari coinvolti e obbliga l'operatore all'utilizzo di microcateri angiografici.

Un discorso a parte meritano i due pazienti portatori di aneurismi dell'arteria epatica trattati con il posizionamento di stent multimaglia Cardiatis. Tale stent, disponibile solo dal maggio 2009, è uno stent ricoperto a doppia maglia di cobalto che consente di ridurre il flusso nella sacca aneurismatica sino alla sua completa trombizzazione nell'arco di 30 giorni. L'unicità di questo device risiede nella possibilità di mantenere pervi gli eventuali rami col-

fore easier to deploy. These characteristics make the stent particularly useful in treating visceral artery aneurysms, which are often tortuous and in which preserving collateral vessel patency is extremely important and the aneurysmal neck is either unsuitable or absent. CT follow-up at 1, 6 and 12 months in both cases confirmed total exclusion of the VAA, with maintained patency of collateral vessels and initial reduction in volume of the aneurysmal sac.

There are, however, some limitations to our study: (1) the results of all VAP were considered without distinguishing between VAA and VAPA; (2) no distinction was made regarding the anatomical region involved, with the inclusion of aneurysms of the coeliac axis, the superior mesentery artery, the inferior mesentery artery and their branches, as well as aneurysms of the renal artery; (3) in the cases of bleeding VAPA, the follow-up was often clinical and not done with CT, whereas in cases where follow-up was performed with CT, artefacts arising from the use of metal coils made interpretation somewhat difficult.

Nonetheless our series is one of the largest in the literature and confirms that the endovascular treatment of VAPA is technically feasible and safe, and when compared with the surgical procedure has lower mortality and morbidity.

Conflict of interest None

References/Bibliografia

- Perez-Vallecillos P, Conde-Muio R, Segura-Jiménez I et al (2010) Acute retroperitoneal bleeding due to inferior mesenteric artery aneurysm: Case report. *BMC Gastroenterol* 10:59
- Sachdev-Ost U (2010) Visceral artery aneurysm: review of current management options. *Mt Sinai J Med* 77:296–303
- Ferrero E, Gaggiano A, Ferri M et al (2010) Visceral artery aneurysm: series of 17 cases treated in a single center. *Int Angiol* 29:30–36
- Baert AL, Sartor K (2006) *Vascular embolotherapy*. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Ruiter-Derksen GL, Bruijnen RCG, Joosten F, Reijnen MMPJ (2010) Endovascular treatment of a hepatic artery aneurysm causing chronic abdominal pain; a case report. *Ann Hepatol* 1:104–106
- Pulli R, Dorigo W, Troisi N et al (2008) Surgical treatment of visceral artery aneurysm: a 25-year experience. *J Vasc Surg* 48:334–342
- Lookstein RA, Guller J (2004) Embolization of complex vascular lesions. *Mt Sinai J Med* 71:17–28
- Ceppa EP, Evans DC, Upton EC et al (2008) Endovascular treatment of a traumatic visceral aneurysm. *J Trauma* 65:929–932
- Aune S (2008) Surgery of visceral arteries. *Tidsskr Nor Laegeforen* 128:2320–2322
- Nosher JL, Chung J, Brevetti LS et al (2006) Visceral and renal artery aneurysms: a pictorial essay on endovascular therapy. *Radiographics* 26:1687–1704
- Carmo M, Mercandalli G, Rampoldi A et al (2008) Transcatheter thrombin embolization of a giant visceral artery aneurysm. *J Cardiovasc Surg* 49:777–782
- Rossi M, Rebonato A, Greco L et al (2008) Endovascular exclusion of visceral artery aneurysm with stent-grafts: technique and long-term follow-up. *Cardiovasc Intervent Radiol* 31:36–42
- Balderi A, Antonietti A, Pedrazzini F et al (2010) Management of hepatic artery aneurysm by endovascular exclusion using multilayer CardiaStent stent. *Cardiovasc Intervent Radiol* 33:1282–1286
- Tulsyan N, Kashyap VS, Greenberg RK et al (2007) The endovascular management of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 45:276–283
- Ruiz-Tovar J, Martinez-Molina E, Morales V et al (2007) Evolution of therapeutic approach of visceral aneurysms. *Scand J Surg* 96:308–313

-
16. Sadat U, Noor N, Tang T, Varty K (2007) Emergency endovascular repair of ruptured visceral artery aneurysms. *WJ Emerg Surg* 2:17
 17. Messina LM, Shanley CJ (1997) Visceral artery aneurysms. *Surg Clin North Am* 77:425–442
 18. Mattar SG, Lumsden AB (1995) The management of splenic artery aneurysms: experience with 23 cases. *Am J Surg* 169:580–584
 19. Dave B, Sharma A, Kwolek C et al (2010) Percutaneous transcatheter embolization of pancreaticoduodenal artery aneurysms associated with celiac artery stenosis or occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv* 75:663–672