

Role of color-Doppler sonography in the follow-up of renal artery stenting

Ruolo dell'eco-color Doppler nel monitoraggio dello stenting dell'arteria renale

G.C. Parenti¹ • D. Palmarini¹ • M. Bilzoni¹ • P. Campioni² • P. Mannella² • A. Ginevra¹

¹U.O. Radiodiagnostica, OC "S. Maria delle Croci", V.le Randi 5, 48100 Ravenna, Italy

²Istituto di radiodiagnostica, Università degli Studi di Ferrara, Corso della Giovecca 203, 44100 Ferrara, Italy

Correspondence to: G.C. Parenti, Tel.: 0544-285624, e-mail: parentigiancarlo@libero.it

Received: 30 March 2007 / Accepted: 7 May 2007 / Published online: 28 March 2008
© Springer-Verlag 2008

Abstract

Purpose. The aim of this study was to evaluate the utility of color-Doppler ultrasound (CDUS) in detecting haemodynamically significant in-stent restenosis in patients who underwent endoluminal renal artery revascularisation by stent deployment.

Materials and methods. Between January 2000 and December 2006, 42 patients (nine women and 33 men, age range 45–87 years) treated by endovascular renal artery stenting were studied with CDUS. Renal artery haemodynamics were evaluated to identify haemodynamically significant restenosis. Patients with CDUS signs of restenosis underwent angiography for a possible further revascularisation procedure.

Results. Of 42 patients examined by CDUS, 13 (31%) showed signs of haemodynamically significant in-stent renal artery restenosis. Of these 13, three did not undergo endoluminal renal artery revascularisation because renal ischaemia deterioration and irreversible renal circulation impairment. In the remaining ten patients (23.8%), who had no signs of severe nephropathy, angiography confirmed the CDUS findings of in-stent restenosis in all cases. Restenoses were successfully treated by a repeat endovascular revascularisation procedure.

Conclusions. Our results confirm the fundamental role of CDUS in the follow-up of patients after renal artery stenting. It enables early restenosis detection and evaluation of renovascular disease associated with renal artery stenosis. CDUS provides essential information for the subsequent clinical management of these patients.

Riassunto

Obiettivo. Valutare l'utilità dell'eco-color Doppler (ECD) nel rilevare precoci alterazioni flussimetriche indicative di ristenosì dell'arteria renale nel follow-up dei pazienti sottoposti a trattamento endovascolare di rivascolarizzazione mediante posizionamento di stent.

Materiali e metodi. Nel periodo 2000–2006 sono stati studiati mediante ECD 42 pazienti (9 donne e 33 uomini, range 45–87 anni) portatori di stent dell'arteria renale. In tutti è stata valutata l'emodinamica dell'arteria renale tramite ECD allo scopo di evidenziare alterazioni emodinamicamente significative a livello dello stent. I pazienti con segni ECD di ristenosì sono stati sottoposti ad esame angiografico per eventuale ulteriore intervento di rivascolarizzazione.

Risultati. Dei 42 pazienti esaminati mediante ECD, 13 (31%) presentavano segni di ristenosì emodinamicamente significativa a livello dello stent. Di questi, 3 non sono stati sottoposti ad angiografia per peggioramento della nefropatia ischemica ed irreversibile compromissione emodinamica del circolo renale. Nei restanti 10 pazienti (23,8%), che non presentavano segni di severa nefropatia, il reperto ECD di ristenosì a livello dello stent è stato confermato in tutti i casi. Le ristenosì sono state trattate con successo per via endovascolare.

Conclusioni. L'ECD svolge un ruolo fondamentale nel monitoraggio dei pazienti sottoposti a rivascolarizzazione dell'arteria renale mediante posizionamento di stent, consentendo una diagnosi precoce di ristenosì ed una valutazione della nefropatia spesso associata alla stenosi dell'arteria renale (SAR). L'ECD fornisce elementi essenziali alla successiva gestione terapeutica di questi pazienti.

Keywords Color Doppler sonography · Nephrographic hypertension · Stent · Renal artery

Parole chiave Eco-color Doppler · Ipertensione nefrovascolare · Stent · Arterie renali

Introduction

Renal artery stenosis (RAS) is most common in elderly subjects with associated systemic disease such as arterial hypertension, diabetes and dyslipidaemia. It is predominantly caused by atheromatous plaque (90%) progressing into the renal artery from the aortic wall, resulting in stenosis that prevalently involves the ostial renal artery (within 5–10 mm from the aorta lumen) [1]. In ostial RAS not associated with severe nephropathy, the treatment of choice is revascularisation by endovascular stent placement, which prevents plaque recoil and allows for improved primary patency at 12 months compared with percutaneous transluminal angioplasty (PTA) [2]. Stent restenosis, often due to fibrointimal hyperplasia, usually arises 3–12 months after the revascularisation procedure, with an incidence between 8% and 25% [3], and may be silent until the development of massive thrombosis, which occurs in about 15% of patients [4]. In the light of these data, there is a need for a noninvasive, reliable and repeatable modality capable of monitoring these patients over time.

Color-Doppler ultrasonography (CDUS) of the renal arteries is the principal screening tool used to detect RAS, with many international studies reporting sensitivity and specificity values of 83%–96% and 76%–98%, respectively [5–13]. The advantages of the technique are its noninvasiveness, repeatability, low cost and good negative predictive value when used in selected populations, whereas its known limitations are operator dependence, obesity, bowel gas and vascular abnormalities, especially anatomical variants of the renal artery [6, 13–17].

The purpose of this study was to assess the role and reliability of CDUS in the follow-up of patients after renal artery stenting and, more specifically, in enabling early detection of flow changes indicative of restenosis in order to intervene with a further endoluminal revascularisation procedure.

Materials and methods

Between 2000 and 2006, we studied 42 patients (nine women and 33 men), aged 45–87 years, who underwent renal artery stenting for haemodynamically significant stenoses without signs of severe nephropathy (longitudinal renal diameter >9 cm, intrarenal arterial resistive index <0.8, parenchymal thickness >1 cm, adequate renal vascularity on color- and power-Doppler imaging) detected on CDUS. During the follow-up, patients were examined by a single operator with Philips SSD 800 and GE Logic 7 PRO

Introduzione

La stenosi dell'arteria renale (SAR), più frequente in soggetti anziani con patologie sistemiche correlate quali ipertensione arteriosa, diabete e dislipidemie, è dovuta nella maggior parte dei casi alla presenza di placche aterosclerotiche (90%), che protrudendo dalla parete aortica all'interno dell'arteria renale determinano restringimento del lume, prevalentemente in sede ostiale (entro 5–10 mm dal lume aortico) [1]. Il trattamento d'elezione nelle forme ostiali, in assenza di severa nefropatia, prevede attualmente la rivascolarizzazione mediante il posizionamento per via endoluminale di uno stent, in grado di prevenire il "recoil" della placca, migliorando, nei confronti della PTA, la pervietà primaria a 12 mesi [2]. La ristenosi su stent, dovuta spesso a iperplasia fibrointimale, avviene di solito a 3–12 mesi dall'intervento di rivascolarizzazione con un tasso di incidenza tra l'8% e il 25% [3] e può essere silente in circa 15% dei pazienti, fino allo sviluppo di trombosi massiva [4]. Alla luce di queste osservazioni, diviene necessario individuare una metodica poco invasiva, affidabile e ripetibile, in grado di monitorare nel tempo questi pazienti.

Attualmente l'ECD delle arterie renali risulta la principale metodica di screening nella diagnosi di stenosi della arteria renale con numerosi studi in ambito internazionale che attribuiscono a tale metodica valori di sensibilità pari all'83%–96% e di specificità del 76%–98% [5–13]. I vantaggi della metodica sono rappresentati dalla non invasività, ripetibilità, basso costo e buon valore predittivo negativo se eseguito in popolazione selezionata, mentre i limiti riconosciuti sono l'operatore-dipendenza, l'obesità, il meteorismo e le anomalie vascolari, con particolare riguardo alla presenza di varianti anatomiche dell'arteria renale [6, 13–17].

Scopo del nostro studio è valutare il ruolo e l'affidabilità dell'ECD nel follow-up del paziente sottoposto ad intervento di rivascolarizzazione mediante posizionamento di stent in arteria renale, con l'intento di svelare precoci alterazioni flussimetriche, indicative di ristenosi e poter attuare così un eventuale ulteriore intervento di rivascolarizzazione endoluminale.

Materiali e metodi

Nel periodo 2000–2006 sono giunti alla nostra osservazione 42 pazienti (9 donne e 33 uomini), di età compresa tra

ultrasound units equipped with color- and power-Doppler modules and a 3.5-MHz convex-array transducer. Examinations aimed at evaluating stent patency, in-stent flow profile and overall renal haemodynamics (intrarenal arterial resistive index, hilar and parenchymal flow).

In accordance with the literature, haemodynamically significant lesions suspicious for in-stent restenosis were defined by peak systolic velocity (PSV) ≥ 200 cm/s (with angle $< 60^\circ$) at the stent level, parvus–tardus pulse pattern in the hilar region and/or in the segment below the stent, turbulence and aliasing. Patients showing stent restenosis and no signs of severe nephropathy on CDUS underwent angiography with an GE LC Advantx system to confirm the sonographic diagnosis and restore, when indicated, renal artery flow by means of cutting-balloon PTA (Boston Scientific) and, if necessary, insertion of a coaxial stent.

Results

Between 2000 and 2006, 42 patients who had undergone revascularisation of haemodynamically significant RAS by stent placement were monitored by CDUS at 6-month intervals. During the follow-up, 13 (31%) patients showed signs of in-stent restenosis (Fig. 1). Of these, three patients did not undergo angiography due to ischaemic nephropathy deterioration (CDUS evidence of shrunken kidney, longitudinal renal diameter < 9 cm, renal insufficiency (RI) > 0.8 and poor parenchymal vascularity on color-Doppler and power-Doppler imaging).

Two patients had been treated with Talent endovascular stent-grafts for exclusion of an abdominal aorta aneurysm at the bifurcation level; one patient had been treated with a stent-graft to exclude an aortic aneurysm 3 years after the revascularisation procedure. The remaining ten patients (23.8%), who had no CDUS signs of severe nephropathy, underwent angiography, which confirmed the CDUS finding of restenosis, allowing renal artery flow to be restored by cutting-balloon PTA and insertion of a coaxial stent where indicated (Fig. 2). Restenosis in these patients was caused by in-stent intimal hyperplasia (six patients), formation of a pre- or poststent atheroma (three patients) and a combination of the above factors (one patient). In 19% (eight patients) of cases studied by CDUS, the restenoses arose within 1 year of stent placement (two at 4 months; one at 5 months; two at 9 months; one at 11 months; two at 12 months). Among all 42 patients who underwent angiography, only one showed clinical, laboratory and biopsy evidence of cholesterol atheroembolism after the interventional procedure.

CDUS yielded one false positive case: in this patient, who had already undergone repeat revascularisation 5 months earlier due to CDUS evidence of in-stent restenosis, the stent protruded into the aortic lumen generating high

45–87 anni, sottoposti ad intervento di rivascolarizzazione dell'arteria renale mediante posizionamento di stent in quanto portatori di stenosi emodinamicamente significativa all'ECD, in assenza di segni di grave nefropatia (diametro longitudinale renale > 9 cm, indice di resistenza arterioso intrarenale $< 0,8$, spessore parenchimale > 1 cm, sufficiente vascolarizzazione renale al CD e power Doppler). I pazienti, successivamente sottoposti a follow-up, sono stati esaminati da un unico operatore con apparecchiatura ecografica Philips SSD 800 e GE Logic 7 PRO, con utilizzo di sonda convex 3,5 MHz con modulo color e power Doppler, ed è stata valutata la pervietà, il profilo flussimetrico a livello dello stent nonché l'emodinamica renale globale (indice di resistenza arterioso intrarenale, flusso ilare e parenchymale).

In accordo coi dati di letteratura, abbiamo definito alterazioni emodinamicamente significative, sospette per la presenza di ristrenosi a livello dello stent, la presenza di: velocità del flusso in fase sistolica (PSV) ≥ 200 cm/s (con angolo $< 60^\circ$) a livello dello stent, polso parvus et tardus in sede ilare e/o nel tratto a valle lo stent, turbolenze, fenomeno di aliasing. I pazienti con quadro ECD di ristrenosi a livello dello stent e senza segni di severa nefropatia, sono stati sottoposti ad esame angiografico con angiografo GE LC Advantx per confermare la diagnosi ecografica e ripristinare, ove indicato, il flusso dell'arteria renale mediante PTA (mediante "cutting balloon" Boston Scientific) ed eventuale posizionamento di stent coassiale.

Risultati

Nella nostra esperienza nel periodo 2000–2006, 42 pazienti sottoposti ad intervento di rivascolarizzazione mediante posizionamento di stent su stenosi emodinamicamente significative dell'arteria renale, sono stati monitorati mediante ECD ad intervalli di 6 mesi. Durante il follow-up, 13 (31%) dei 42 pazienti studiati presentavano segni di ristrenosi a livello dello stent (Fig. 1). Di questi, 3 pazienti non sono stati sottoposti ad angiografia per peggioramento della nefropatia ischemica (presenza al ECD di "rene grinzoso", diametro longitudinale renale < 9 cm, IR $> 0,8$ e scarsa vascolarizzazione parenchimale al CD e power Doppler).

Due pazienti erano stati trattati con protesi endovascolari tipo Talent per esclusione di aneurisma dell'aorta addominale a livello della biforcazione ed un paziente, dopo 3 anni dall'intervento di rivascolarizzazione dell'arteria renale, è stato trattato con endoprotesi per esclusione dell'aneurisma aortico. I restanti 10 pazienti (23,8%), che non presentavano segni ECD di severa nefropatia, sono stati sottoposti ad angiografia che ha confermato in 10 pazien-

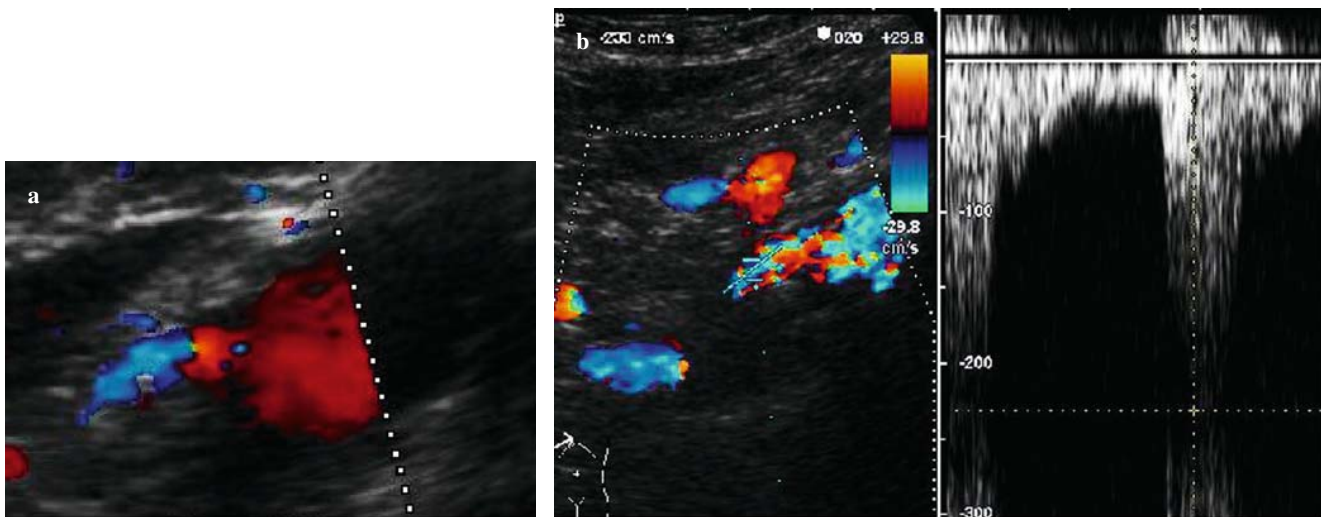


Fig. 1a In-stent restenosis of the right renal artery: Color-Doppler ultrasound (CDUS) finding. **b** Haemodynamically significant in-stent restenosis of right renal artery: CDUS finding.

Fig. 1a Ristenosi a livello dello stent posto in arteria renale destra: aspetto ECD. *b* Alterazioni emodinamicamente significative in presenza di ristenosi dello stent in arteria renale destra: aspetto ECD.

PSV flows and turbulence that were incorrectly interpreted as evidence of restenosis.

Discussion

RAS is an increasingly common finding, particularly in the course of angiographic studies performed to identify peripheral or coronary vascular disease in elderly subjects affected by arterial hypertension, dyslipidaemia and diabetes. Currently, the treatment of choice for ostial RAS is endovascular stent placement that provides better 12-month patency rates [2] compared with transluminal angioplasty and reduces the incidence of restenosis. Given that approximately 15% of restenoses are silent [4], our study aimed at assessing the role of CDUS as a noninvasive and repeatable examination in the follow-up of patients with renal artery stents. More specifically, we evaluated its ability to detect flow alterations indicative of restenosis and prevent ischaemic nephropathy and renovascular hypertension by permitting a timely repeat revascularisation procedure.

The diagnostic value of the other available imaging modalities such as computed tomography (CT) angiography and magnetic resonance (MR) angiography is in part limited by the presence of artefacts related to the stent-graft material [18]. In particular, MR angiography, a noninvasive examination that is also indicated in patients with RI, is unable to image the stents-grafts currently used because the ferromagnetic material substantially reduces the signal at the stent level. CT angiography is limited in its evaluation of the stent lumen because of beam-hardening artefacts caused by the

ti il reperto ECD di ristenosi permettendo il ripristino del flusso in arteria renale mediante PTA (utilizzando “cutting balloon”) ed eventuale posizionamento di stent coassiale (Fig. 2). In questi pazienti la ristenosi era causata da iperplasia intimale intra-stent (6 pazienti), dallo sviluppo di placca aterosclerotica pre- o post-stent (3 pazienti) e per la concomitante presenza delle due cause sovraesposte (1 paziente). Nel 19% (8 pazienti) dei casi esaminati all’ECD le ristenosi sono avvenute entro 1 anno dall’impianto dello stent (2 a 4 mesi; 1 a 5 mesi; 2 a 9 mesi; 1 a 11 mesi; 2 a 12 mesi). Di tutti i 42 pazienti sottoposti ad angiografia solo in 1 caso erano presenti dopo la procedura interventistica segni clinico-laboratoristici e biotipici di ateroembolismo colaterale.

Vi è stato un falso positivo all’ECD: in questo paziente, già sottoposto a re-intervento di rivascularizzazione 5 mesi prima per riscontro ECD di ristenosi a livello dello stent, questo protrudeva nel lume aortico creando flussi con elevati VPS e turbolenze che sono stati erroneamente interpretate come ristenosi.

Discussione

Il riscontro di stenosi dell’arteria renale è sempre più frequente, in particolare in corso di indagini angiografiche per ricerca di patologie vascolari periferiche o coronariche, prevalentemente in soggetti anziani, affetti da ipertensione arteriosa, dislipidemie e diabete. Il trattamento d’elezione nelle forme ostiali prevede attualmente il posizionamento per via endovascolare di uno stent che, nei confronti della

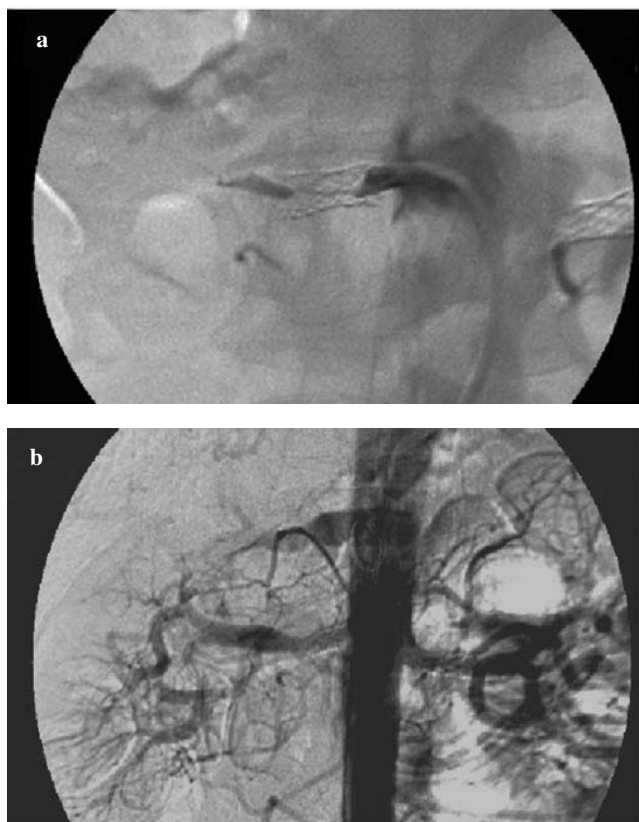


Fig. 2a In-stent restenosis of the right renal artery: angiographic finding. **b** Endoluminal revascularisation of the right renal artery: angiographic findings

Fig. 2a Ristenosi da iperplasia intimale a livello dello stent in arteria renale destra: aspetto angiografico. **b** Ripristino della pervietà in arteria renale destra: aspetto angiografico.

stent itself and calcified plaque having similar attenuation to the contrast agent, leading to misinterpretation of the extent of possible restenosis. New multislice CT technology, despite producing images with high spatial resolution thanks to isotropic voxels and volumetric postprocessing software (maximum intensity projection, volume rendering) with dedicated filters for the study of stents [19], exposes the patient to a higher radiation dose. This, combined with the nephrotoxicity of iodinated contrast media, contraindicates its use as a first-line modality in the follow-up of patients with impaired renal function.

Several studies have demonstrated the reliability of sonographic parameters such as the PSV acceleration index, parvus-tardus pulse pattern and the renal aortic ratio (RAR: renal PSV/aortic PSV) for detecting haemodynamically significant RAS subsequently confirmed by angiography [18, 20, 21]. Because the RAR may be affected by aortic pressure changes in the presence of aneurysms, atherosclerosis or cardiac insufficiency, a PSV >200 cm/s and the parvus-tardus pulse pattern below the stent should be used as the principal indicators of restenosis. In particular, previ-

angioplastica transluminale, migliora la pervietà a 12 mesi [2] e riduce l'incidenza di ristenosi. Poiché circa il 15% delle ristenosi può essere silente [4], lo scopo del nostro studio è stato di valutare il ruolo dell'ECD, quale esame non invasivo e ripetibile, nel follow-up di pazienti portatori di stent dell'arteria renale, per individuare precocemente alterazioni flussimetriche indicative di ristenosi e prevenire così l'insorgere di nefropatia ischemica ed ipertensione nefrovaskolare, attraverso un tempestivo intervento di rivascolarizzazione.

Il valore diagnostico di altre indagini di imaging disponibili, quali angio-TC e angio-RM, è in parte gravato dalla presenza di artefatti dovuti al materiale protesico dello stent [18]; in particolare l'angio-RM, indagine poco invasiva ed indicata anche in pazienti con insufficienza renale, non è in grado di studiare gli stent attualmente in uso, costituiti da materiale ferromagnetico che riduce nettamente il segnale a livello dello stent. L'angio-TC è in parte condizionata nel valutare il lume dello stent da artefatti di indurimento del fascio dovuti allo stent stesso e ad eventuali placche calcifiche che non presentano significative differenze di densità rispetto al MdC, portando quindi a misconoscere o mal valutare l'entità della eventuale restenosi. Le nuove TC multislice, nonostante producano immagini ad elevata risoluzione spaziale grazie a voxel isotropici e software di rielaborazione volumetrica (MIP, VR) con l'utilizzo di filtri dedicati per lo studio degli stent [19], comportano un aumento della dose radiante che, insieme alla nefrotossicità del mezzo di contrasto iodato, non la rendono consigliabile come indagine di prima istanza nel follow-up in pazienti con funzionalità renale in labile compenso.

Diversi studi hanno dimostrato una buona affidabilità di parametri ecografici, quali l'indice di accelerazione del picco sistolico (PSV), il polso "parvus et tardus" ed il rapporto reno-aortico (RAR: PSV renale/ PSV aortica) nel riscontro di stenosi emodinamicamente significative a livello dell'arteria renale, confermate poi da esame angiografico [18, 20, 21]. Poiché il RAR può essere influenzato da alterazioni pressorie a livello dell'aorta in presenza di aneurismi, patologia aterosclerotica o insufficienza cardiaca, il PSV >200 cm/s e l'effetto "parvus et tardus" nel tratto a valle dello stent dovrebbero essere usati come principali indicatori di ristenosi. In particolare i dati di letteratura indicano che il PSV ha sensibilità elevata (97%–100%) e specificità che cresce sensibilmente con l'aumento del cut-off dal 15% (PSV >125 cm/s) fino a raggiungere il 79% di specificità (PSV >200 cm/s) cui corrisponde valore predittivo negativo del 95% [18, 20, 21].

Nella nostra casistica, l'esame ECD ha rilevato in 13 pazienti su 42 stenosi emodinamicamente significative in corrispondenza dello stent con presenza di polso "parvus et tardus" nel tratto a valle dovuto, nella maggior parte,

ous reports indicated that PSV has a high sensitivity (97%–100%) and a specificity that increases substantially as the PSV cutoff point is increased – from 15% (PSV >125 cm/s) to 79% (PSV >200 cm/s) – corresponding to a negative predictive value of 95% [18, 20, 21].

In our series, CDUS detected haemodynamically significant stenoses of the stent with a parvus–tardus pulse pattern below the stent in 13 of 42 patients; in most cases, restenosis was due to fibrointimal hyperplasia (seven cases) or atheromas (four cases) located proximally or distally to the stent. Three cases had rapid progression of ischaemic nephropathy (longitudinal renal diameter <9 cm, RE >0.8, parenchymal thickness <1 cm), which contraindicated a further revascularisation procedure. This finding emphasises the importance of an overall assessment of renal haemodynamics when considering revascularisation in untreated patients or in patients who have already undergone renal artery stenting for RAS.

Angiography confirmed the haemodynamically significant stenosis of the renal artery in all cases detected on CDUS, allowing PTA revascularisation during the same session and coaxial stent placement where necessary. This made it possible to prevent the onset of renal artery restenosis complications, such as renovascular hypertension and ischaemic nephropathy. CDUS produced one false positive case due to a stent protruding into the aortic lumen and creating flows with high turbulence and acceleration, which were incorrectly interpreted as restenosis in a patient who had undergone a revascularisation procedure 5 months earlier; this was correctly detected by CDUS. In these cases, monitoring of alternative parameters (parvus-tardus pulse pattern, intra-parenchymal RI) may become crucial for revealing flow variations suspicious for restenosis in difficult cases.

Conclusions

Our study confirms the existing literature that recognises CDUS as a reliable modality when performed by expert operators in studying primary renal artery stenosis and in the subsequent follow-up of patients after stent placement [22]. In contrast to other imaging modalities such as CT angiography and MR angiography, in the monitoring of patients after endoluminal revascularisation by stent placement, CDUS is a safe and repeatable technique that can detect haemodynamically significant lesions early on and thus help the decision making process regarding subsequent diagnostic and therapeutic management.

The importance of RI in influencing the survival of patients with RAS is well known [23]. This fact and our experience indicate a need to identify a noninvasive method for monitoring patients with renal artery stents to provide clinicians with relevant information for deciding on the correct clinical and therapeutic approach.

alla presenza di iperplasia fibrointimale (7) o a placche aterosclerotiche (4) site prossimalmente o distalmente rispetto allo stent. In 3 casi si è avuta rapida evoluzione della nefropatia ischemica (diametro longitudinale renale <9 cm, IR>0,8, spessore parenchimale <1 cm) che ha sconsigliato il ricorso all'intervento di ulteriore rivascolarizzazione. Questo aspetto sottolinea inoltre l'importanza della valutazione globale dell'emodinamica renale qualora si prospetti un intervento di rivascolarizzazione in pazienti non trattati o già sottoposti a stent dell'arteria renale per SAR.

L'esame angiografico ha confermato una ristenoasi emodinamicamente significativa dell'arteria renale in tutti i pazienti individuati all'ECD, consentendo l'intervento di rivascolarizzazione nella stessa seduta mediante PTA ed eventuale posizionamento di uno stent coassiale. Questo ha permesso di prevenire l'insorgere di conseguenze della restenosi dell'arteria renale, quali l'ipertensione renovascolare e la nefropatia ischemica. Vi è stato 1 falso positivo all'ECD dovuto allo stent che protrudendo nel lume aortico ha creato flussi ad elevate turbolenze ed accelerazioni, erroneamente interpretati come ristenoasi in paziente che 5 mesi prima era stato sottoposto ad intervento di rivascolarizzazione correttamente rilevato all'ECD. In questi casi il monitoraggio di parametri alternativi (polso "parvus et tardus", IR intra-parenchimale) possono assumere importanza rilevante in pazienti "difficili" nello svelare variazioni flussimetriche che risultino sospette per ristenoasi.

Conclusioni

Il nostro studio conferma i dati di letteratura che riconoscono l'ECD come metodica affidabile, quando eseguita da operatori esperti, nello studio delle stenosi primitive dell'arteria renale e nel successivo follow-up dopo posizionamento di stent [22]. A differenza di altre metodiche di imaging, quali angio-TC ed angio-RM, l'ECD è indagine sicura e ripetibile nel monitoraggio dei pazienti sottoposti a trattamento endovascolare di rivascolarizzazione mediante stent, in grado di diagnosticare precocemente alterazioni emodinamicamente significative così da poter decidere il successivo iter diagnostico e terapeutico.

L'importanza dell'insufficienza renale nel determinare la prognosi quoad vitam dei pazienti con SAR è nota in letteratura [23]. Alla luce di questo dato e della nostra esperienza, si è dimostrata la necessità di ritrovare una metodica non invasiva per monitorare i pazienti portatori di stent dell'arteria renale al fine di fornire al clinico elementi utili per un corretto approccio clinico-terapeutico.

References/Bibliografia

1. Zeller T (2005) Renal artery stenosis: epidemiology, clinical manifestation, and percutaneous endovascular therapy. *J Intervent Cardiol* 18:497–506
2. Baumgartner I, von Aesch K, Do DD (2000) Stent placement in ostial and nonostial atherosclerotic renal arterial stenosis: a prospective follow-up study. *Radiol* 216:498–505
3. Rabbia C, Matricardi L (2006) *Eco-Color-Doppler Vascolare III edizione*. Edizioni Minerva medica, Torino
4. Napoli V, Pinto S, Bargellini I et al (2002) Duplex ultrasonographic study of the renal arteries before and after renal artery stent. *Eur Radiol* 12:796–803
5. Ripolles T, Aliaga R, Morote V et al (2001) Utility of intrarenal Doppler ultrasound in the diagnosis of renal artery stenosis. *Eur J Radiol* 40:54–63
6. Radermacher J, Chavan A, Schaffer J et al (2000) Detection of significant renal artery stenosis with color Doppler sonography: combining extrarenal and intrarenal approaches to minimize technical failure. *Clinical Nephrology* 53:333–345
7. Strandness DE Jr (1994) Duplex imaging for the detection of renal artery stenosis. *Am J Kidney Dis* 24:674–678
8. Voiculescu A, Hofer M, Hetzel GR et al (2001) Noninvasive investigation for renal artery stenosis: contrast-enhanced magnetic resonance angiography and color Doppler sonography as compared to digital subtraction angiography. *Clin Exper Hypertension* 23:521–531
9. Johansson M, Jensen G, Aurell M et al (2000) Evaluation of duplex ultrasound and captopril renography for detection of renovascular hypertension. *Kidney Int* 58:774–782
10. Souza de Oliveira IR, Widman A, Molinar LJ et al (2000) Color Doppler ultrasound: a new index improves the diagnosis of renal artery stenosis. *Ultrasound Med Biol* 26:41–47
11. House MK, Dowling RJ, King P, Gibson RN (1999) Using Doppler sonography to reveal renal artery stenosis: an evaluation of optimal imaging parameters. *AJR Am J Roentgenol* 173:761–765
12. Motew SJ, Cherr GS, Craven TE et al (2000) Renal duplex sonography: renal artery versus hilar analysis. *J Vasc Surg* 32:462–471
13. Riehl J, Schmitt H, Bongartz D et al (1997) Renal artery stenosis: evaluation with color duplex ultrasonography. *Nephrol Dial Transplant* 12:1608–1614
14. Pecchini P (2004) Ruolo dell'ecocolorDoppler nella diagnosi di stenosi dell'arteria renale. *Atti congresso "La nefropatia ischemica aterosclerotica: esperienze a confronto"*, Parma, 9
15. Haller C (2002) Arteriosclerotic renal artery stenosis: conservative versus interventional management. *Heart* 88:193–197
16. Giannetti A, Quaranta S, Corradini P et al (2004) Contributo dell'esame color Doppler-Doppler pulsato nella valutazione delle arterie renali in pazienti affetti da ipertensione arteriosa: esperienza preliminare. *Giornale italiano di ecografia* 7:43–50
17. de Haan MW, Kroon AA, Flobbe K et al (2002) Renovascular disease in patients with hypertension: detection with duplex ultrasound. *J Hum Hypertens* 16:501–507
18. Soares G, Murphy T, Singha M et al (2006) Renal artery duplex ultrasonography as screening and surveillance tool to detect renal artery stenosis. *J Ultrasound Med* 25:293–298
19. Willoteaux S, Negawi Z, Lions C et al (2004) Observations from multidetector CT imaging of different types of renal artery stents. *J Endovascular Ther* 11:560–569
20. Kawarada O, Yokoi Y, Takemoto K et al (2006) The performance of renal duplex ultrasonography for the detection of hemodynamically significant renal artery stenosis. *Catheterization and cardiovascular intervention* 68:311–318
21. Chain S, Luciardi H, Feldman G et al (2006) Diagnostic role of new Doppler index in assessment of renal artery stenosis. *Cardiovascular Ultrasound* 4:1–7
22. Zeller T, Frank U, Muller C et al (2002) Duplex ultrasound for follow-up examination after stent-angioplasty of ostial renal stenoses. *Ultrasound Med* 23:315–319
23. Kennedy DJ, Colyer WR, Brewster PS et al (2003) Renal insufficiency as a predictor of adverse events and mortality after renal artery stent placement. *Am J Kidney Dis* 42:926–935