

# Gli ultrasuoni nella pianificazione della fistola arterovenosa

A. Granata<sup>1</sup>, A. Clementi<sup>1</sup>, M. Insalaco<sup>1</sup>, F. Di Pietro<sup>1</sup>, V.R. Scarfia<sup>1</sup>, F. Floccari<sup>2</sup>, F. Logias<sup>3</sup>, R. Loi<sup>4</sup>, F. Fiorini<sup>5</sup>

<sup>1</sup>UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "San Giovanni di Dio", Agrigento

<sup>2</sup>UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "S. Paolo", Civitavecchia (RM)

<sup>3</sup>UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "San Francesco", Nuoro

<sup>4</sup>UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "S. Camillo", Sorgono (NU)

<sup>5</sup>UOC Nefrologia e Dialisi, Ospedale "S. Maria della Consolazione", Rovigo

## DUPLEX ULTRASOUND IN THE ARTERIO-VEINUS FISTULA SURVEILLANCE

**ABSTRACT.** Chronic hemodialysis requires an efficient vascular access which is fundamental for a good dialytic efficiency. The native arterio-venous fistula is preferred for its longer survival and lower infection rates. In case of patients with inadequate vessels, synthetic grafts may be created. Periodic monitoring of vascular access with duplex ultrasound has been demonstrated to be able to identify early access dysfunction, thus anticipating surgical intervention and improving its long-term survival. Nevertheless, the need for a systematic monitoring of vascular access with ultrasonography is still debated.

**KEY WORDS.** Ultrasonography, Aterovenous fistula, Renal disease



Antonio Granata

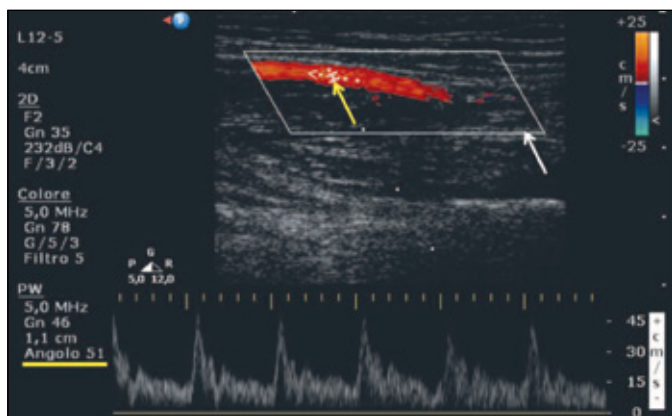
## Introduzione

La presenza di un accesso vascolare ben funzionante è un presupposto fondamentale per una buona efficienza dialitica (1) ed è correlata a una ridotta morbilità e mortalità nei pazienti in emodialisi. La fistola artero-venosa (FAV) è un'anastomosi sottocutanea confezionata tra l'arteria radiale e la vena cefalica in sede distale, media o prossimale dell'avambraccio non dominante. Dati gli elevati flussi ematici, il minor rischio infettivo e la maggiore sopravvivenza, la FAV con vasi nativi rappresenta l'accesso vascolare di prima scelta (1-3). Nel caso di grave depauperamento del patrimonio vascolare dell'avambraccio, la protesi in politetrafluoroetilene costituisce una valida alternativa (PTFE). Le linee K/DOQI raccomandano un regolare monitoraggio dell'accesso vascolare e considerano l'eco-color Doppler (ECD) un valido strumento sia nelle fasi precedenti al suo confezionamento sia nel suo follow-up (4).

## Tecnica di esecuzione dell'esame

Per lo studio della FAV si utilizzano sonde lineari ad alta

frequenza 7.5-15 MHz con PRF colore tra 4 e 8 KHz e PRF Doppler tra 8 e 20 KHz. Queste sonde sono dotate di una specifica funzione di orientamento elettronico, definita *steering* che consente di angolare il fascio US color Doppler, ma non quello *B-mode*, evitando l'insonnazione ortogonale dei vasi a decorso parallelo alla superficie cutanea (Fig. 1). Per lo studio dei vasi venosi più profondi è preferibile l'utilizzo di sonde da 5MHz. Una corretta regolazione della PRF e dei filtri di parete è necessaria per evitare fenomeni di ambiguità nella rappresentazione spettrale delle velocità (*aliasing*) (5) (Fig. 2). L'accesso vascolare deve essere esaminato al di fuori della seduta dialitica, dal momento che gli aghi e i cerotti rendono difficoltosa la corretta esplorazione dei vasi. Prima di iniziare lo studio ECD, deve essere effettuato un attento esame obiettivo dell'arto sede della FAV, valutando l'eventuale presenza di alterazioni trofiche della cute, di edemi, aree iperemiche, tortuosità o stenosi vascolari palpabili. È necessario esaminare il paziente in una stanza riscaldata e utilizzare del gel riscaldata. Il paziente siede usualmente davanti l'operatore con il gomito e l'avambraccio posizionati su un piano di appoggio e il braccio inclinato rispetto al corpo di circa 45°.



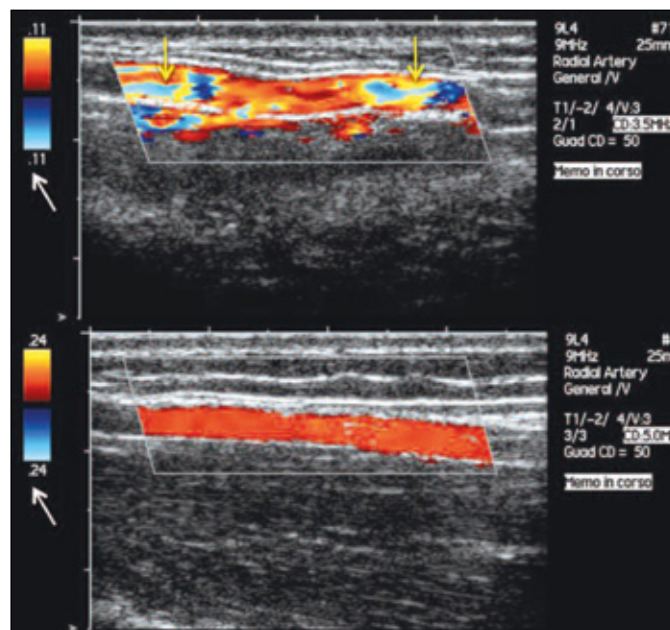
**Fig. 1 - Steering (freccia bianca). A seguito della dissociazione tra il fascio B-mode ed il fascio CD, permette di insonare con angolo ottimale (freccia gialla) il vaso, altrimenti non possibile a causa della sua superficialità.**

### L'eco-colorDoppler nel follow-up della FAV

Il monitoraggio periodico con ECD si è dimostrato in grado di individuare disfunzioni precoci della FAV, anticipando l'eventuale procedura interventistica e migliorando la sopravvivenza a lungo termine (6, 7). Pur essendo l'angiografia l'esame di riferimento per lo studio dell'accesso vascolare, l'ECD rimane l'esame di prima scelta nel bilancio della FAV, con una sensibilità dell'87-100% e una specificità dell'85-97%. Tuttavia, è ancora controversa l'opportunità di un programma di monitoraggio ecografico sistematico dell'accesso vascolare. Per le FAV native l'orientamento è quello di indagini mirate sulla base di un definito problema clinico, per le FAV protesiche le opinioni sono ancora contrastanti. In tutti i casi, l'efficacia della componente ecografica in un programma di gestione delle FAV native e protesiche è strettamente correlata alla qualità della sorveglianza clinica a monte.

#### La misurazione del flusso della FAV

Nella FAV nativa T-T, il calcolo della portata deve essere effettuato nel tratto preanastomotico dell'arteria radiale, mentre nella FAV T-L il flusso della FAV correla bene con la portata in arteria omerale. In questo caso, la misurazione del flusso in arteria radiale potrebbe sottostimare la reale portata della FAV, dal momento che, in un'alta percentuale di casi, parte del flusso deriva dall'arteria ulnare attraverso l'arco palmare ed il segmento distale dell'arteria radiale. In questi casi, per calcolare la portata occorre sottrarre la portata del moncone distale dell'arteria radiale dalla portata misurata in



**Fig. 2 - La corretta regolazione delle funzioni della piattaforma eco consente di ottenere un'immagine priva di fenomeni di sovra saturazione colore o ambiguità nella rappresentazione spettrale delle velocità (aliasing, freccia gialla). In alto: mancata regolazione dell'apparecchio. In basso: ottimizzazione dell'immagine (PRF colore, freccia bianca).**

radiale, dopo la chiusura momentanea del ramo distale (5, 8). Il calcolo della portata nel tratto prossimale del vaso efferente venoso è imprecisa, data la sua facile deformabilità e comprimibilità, nonostante l'arterializzazione (5, 9). Per le protesi lineari o ad ansa la portata può essere calcolata lungo tutto il tragitto. La formula solitamente utilizzata per il calcolo del flusso della FAV è *flow by diameter*, presente su tutte le piattaforme ECD di fascia medio-alta. Nella valutazione della portata della FAV occorre disporre la sonda in senso longitudinale, amplificare l'immagine *B-mode*, posizionare il *box* colore ottimizzando lo *steering*, inserire un filtro di parete medio per ottimizzare l'immagine ed il volume campione per registrare la curva *v/t*.

I valori limite inferiori di flusso sono per la FAV nativa 600 mL/min e per quella protesica 800 mL/min. Un flusso inferiore a 300 mL/min in FAV nativa e a 500 mL/min in una FAV protesica sono indicativi di malfunzionamento. In particolare, una portata inferiore a 500 mL/min si associa a un rischio di trombosi protesica del 40% e dell'80% in caso di flusso inferiore a 300 mL/min. Una portata superiore a 2000 mL/min si associa a un aumentato rischio di scompenso cardiaco. A tal proposito, è utile calcolare il ricircolo cardiopolmonare, ovvero il rap-



**Fig. 3 -** Decorso profondo e sinuoso della vena cefalica del braccio on paziente obesa con FAV omero-cefalica ben funzionante.

**TABELLA I - UTILITÀ DELL'ECD**

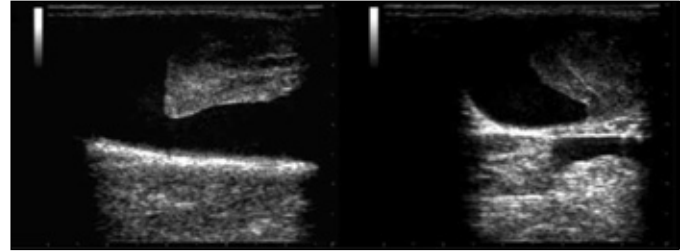
➤ Problemi correlati all'incannulamento
➤ Apparente trombosi dell'accesso vascolare
➤ Masse o segni di infezione
➤ Ritardata maturazione della FAV
➤ Sospetto di stenosi in FAV o protesi
➤ Ischemia distale

porto tra flusso della FAV e portata cardiaca moltiplicato per 100. Valori superiori al 30% richiedono un controllo ecocardiografico semestrale, valori al di sopra del 40% la chiusura della FAV ed il posizionamento di un catetere venoso centrale.

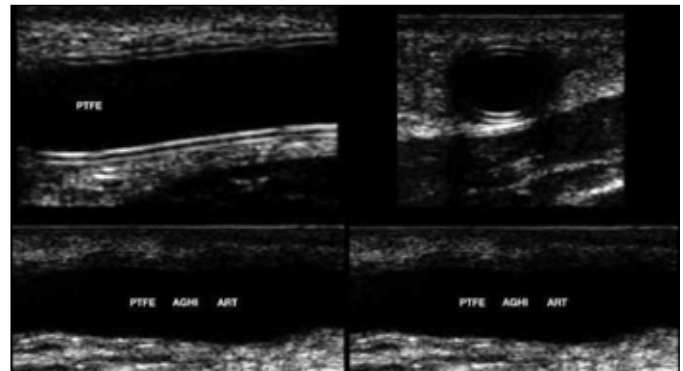
*Problemi correlati all'incannulamento*

Nella pratica clinica, diverse sono le condizioni che richiedono l'utilizzo dell'ECD (Tab. I).

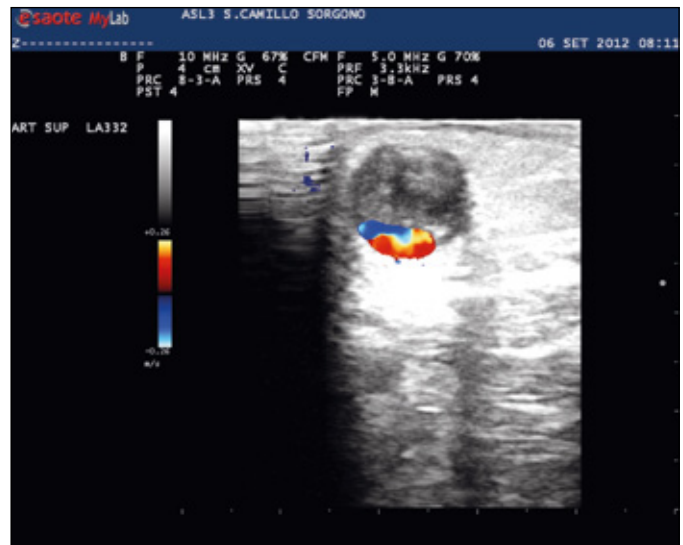
La difficoltà nell'incannulamento è spesso correlata a una posizione profonda della vena arterializzata o della protesi, dovuta a un'adiposità eccessiva del paziente o a un non ottimale alloggiamento della FAV protesica (Fig. 3). L'ecografia consente di localizzare le migliori sedi di posizionamento degli aghi. L'incannulamento può essere reso difficoltoso anche dalla presenza di trombi parietali, riscontrati per lo più nei tratti ectasici di vene native e caratterizzati da rallentamento del flusso e danno endoteliale secondario alla venipuntura ripetitiva (Fig. 4). L'esame ecografico consente di individuare i tratti indenni del vaso, escludere una stenosi a valle come concausa del problema, seguire l'estensione del



**Fig. 4 -** A sinistra sezione longitudinale; a destra sezione trasversale.



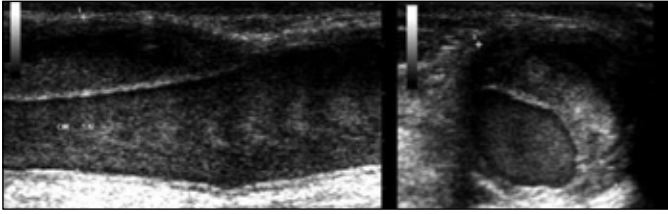
**Fig. 5 -** Aspetto normale in alto; dopo utilizzo protratto in basso.



**Fig. 6 -** Trombosi venosa.

trombo nel tempo. L'ecografia può essere utile nell'identificare sedi alternative per il posizionamento degli aghi anche nel caso di logoramento della protesi in PTFE, causata dall'utilizzo prolungato dell'accesso vascolare con scarsa "rotazione" dei punti di infissione degli aghi





**Fig. 7 - Trombosi parziale inveterata di arteria brachiale ectasica dopo chiusura di una FAV omero-cefalica ipertrofica in paziente portatore di trapianto di rene. A sinistra sezione longitudinale; a destra sezione trasversale. Si notino l'elevata ecogenicità del materiale trombotico parietale e la presenza di eco contrasto spontaneo nel lume residuo, con aspetto indicativo di un flusso laminare lento.**

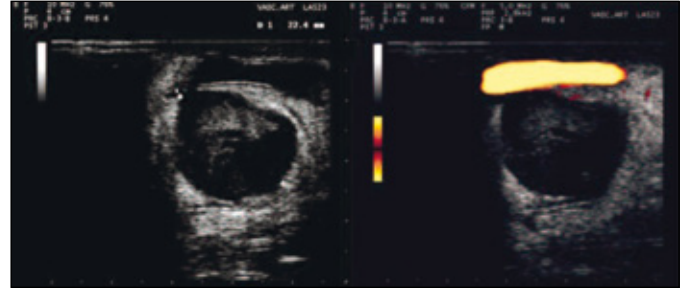
e caratterizzata ecograficamente dalla perdita dell'aspetto trilaminare della parete e da una variabile dilatazione pseudoaneurismatica (Fig. 5).

#### *Apparente trombosi dell'accesso vascolare*

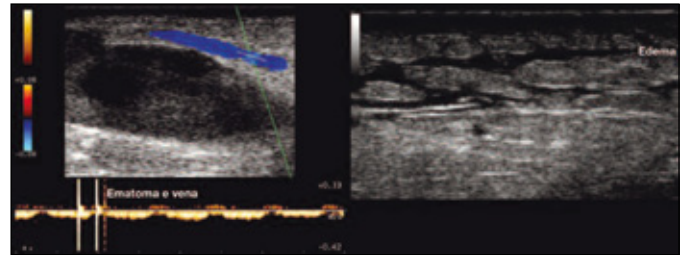
Lo studio ecografico consente di confermare il sospetto clinico e di valutare l'estensione della trombosi. Questa è caratterizzata dalla presenza di materiale ecogeno nel lume e drastica riduzione o perdita di compressibilità del vaso alla pressione della sonda (Fig. 6). L'ecogenicità aumenta con il tempo e, se il trombo si è formato per apposizioni successive, può avere un aspetto stratificato (6). In caso di flussi ematici molto lenti, la componente fluida può risultare ecogena all'indagine *B-mode* per il cosiddetto "ecocontrasto spontaneo" o *smoke-like effect* (Fig.7).

#### *Masse o segni di infezione*

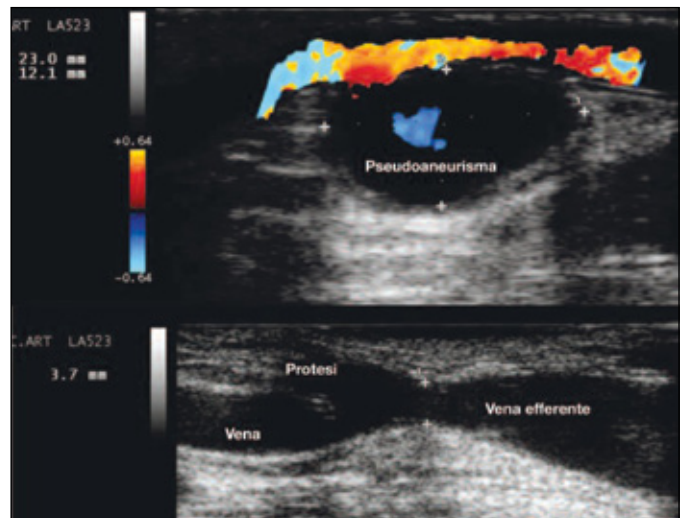
Gli *ematomi perivascolari* costituiscono una complicanza relativamente frequente dell'accesso vascolare, che può verificarsi nel primo periodo dopo il confezionamento dell'accesso vascolare, oppure in seguito ad una errata infissione degli aghi o ad un tamponamento effettuato in modo inadeguato. Nel primo caso l'ematoma è localizzato a ridosso dell'anastomosi o lungo il tragitto sottocutaneo "tunnellizzato" in caso di accesso protesico (7). Nel secondo caso vicino i tratti sottoposti a puntura. All'esame ecografico si presenta come una massa dall'ecogenicità disomogenea, spesso ovoidale o "a manicotto", che può dislocare o comprimere il vaso (Figg. 8, 9). Gli *aneurismi e pseudoaneurismi* della FAV sono lesioni vascolari secondarie a puntura o a cedimenti parziali dell'anastomosi vascolare. Possiedono solitamente una forma ovoidale, non sono dotati di parete propria e possono presentare al loro interno apposizioni trombotiche



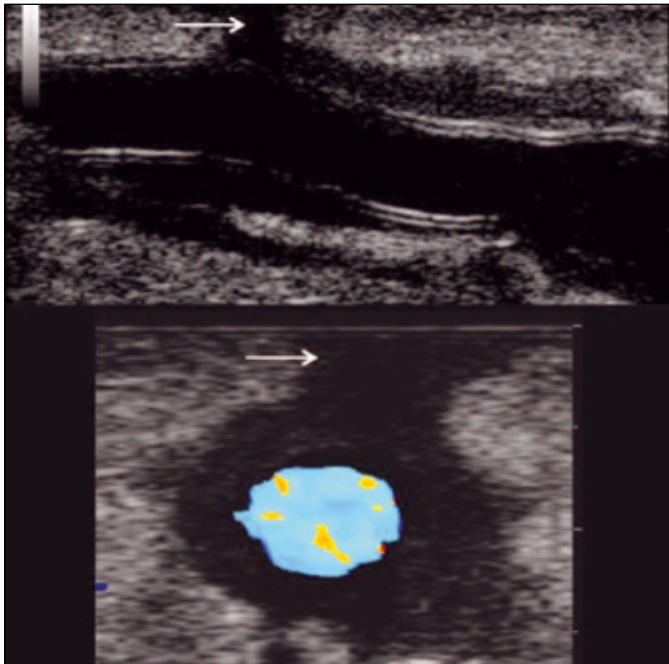
**Fig. 8 - A sinistra scansione trasversale B-mode, a destra con powerDoppler. L'ematoma disloca e comprime le protesi verso il piano cutaneo. L'indagine powerDoppler mostra la persistenza di flusso nella protesi e l'assenza di segnali di flusso nella lesione focale, che può essere in questo modo differenziata da uno pseudo aneurisma.**



**Fig. 9 - A sinistra scansione longitudinale con tracciato duplex Doppler: l'ematoma comprime la vena verso il piano cutaneo; a destra aspetto del tessuto sottocutaneo dell'arto a monte della lesione. L'ostacolo al deflusso venoso causa il tipico aspetto da dissociazione dei lobuli di adipi del tessuto sottocutaneo.**



**Fig. 10 - La presenza di una stenosi della vena efferente potrebbe aver facilitato la comparsa di uno pseudoaneurisma aumentando il regime pressorio all'interno della protesi.**



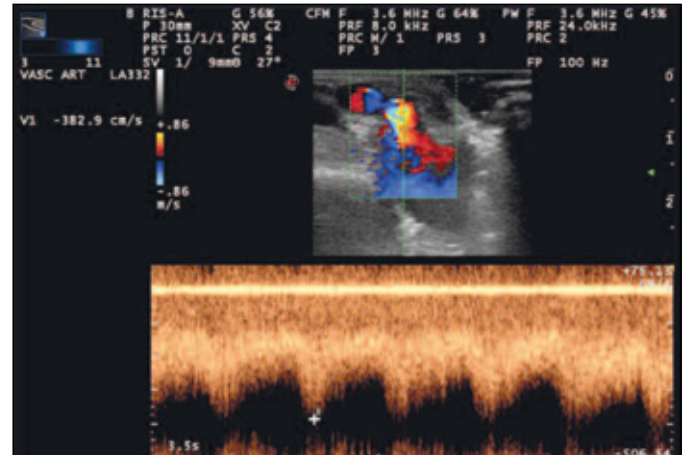
**Fig. 11 - Ascesso periprotetico di protesi in PTFE con fistolizzazione cutanea (freccia). In alto sezione longitudinale; in basso sezione trasversale.**

parietali (Fig. 10). In caso di pseudoaneurisma, sacatura perivasale che mantiene la comunicazione con il lume del vaso, il color Doppler evidenzia segnali di flusso turbolento all'interno della camera, mentre l'esame duplex Doppler evidenzia un flusso difasico a livello del colletto o del tragitto fistoloso tra la camera ed il lume vasale. L'aneurisma, dilatazione segmentaria vasale, mostra al color Doppler un forte rallentamento del flusso con vortici di ricircolo ed *aliasing*.

Gli *ascessi* si presentano all'esame ecografico come formazioni a contenuto mediamente ecogeno con forma meno definita rispetto agli pseudoaneurismi e agli ematomi, dai quali sono difficilmente distinguibili (Fig. 11). L'ecografia è utile anche in caso di *sieromi periprotetici*, che possono comparire nel primo periodo dopo il posizionamento di una protesi vascolare a livello del tragitto sottocutaneo. Si presentano come raccolte anecogene prive di segnali di flusso, la cui evoluzione verso il progressivo riassorbimento può essere monitorata ecograficamente, procrastinando l'utilizzo dell'accesso e riducendo così il rischio di infezione (10).

#### *Ritardo di maturazione della FAV*

In condizioni normali una FAV necessita di 8 settimane per svilupparsi in modo sufficiente. Se l'incannulamento è difficoltoso o i flussi ematici sono inadeguati, la causa



**Fig. 12 - Stenosi porzione post-anastomotica FAV R-C distale (VPS 382 cm/s, corretto angolo di insonazione).**

può risiedere sia sul versante arterioso che su quello venoso e, in entrambi i casi, l'esame ecografico permette di identificarla. Un'eventuale stenosi sul versante arterioso può slantetizzarsi dopo il confezionamento della FAV e va ricercata lungo tutto l'asse arterioso a monte della FAV. Spesso è localizzata nel tratto distale dell'arteria radiale in caso di FAV distali, meno frequentemente a livello dell'arteria succlavia nelle FAV prossimali. Stenosi sul versante venoso a livello dell'anastomosi sono generalmente correlate ad un errato confezionamento. Altre sedi frequenti sono i tratti sottoposti a ripetute punture per prelievi ematici e terapie infusionali, in particolare i primi centimetri della vena cefalica nelle FAV distali e la vena mediana cefalica nelle FAV prossimali (10). L'esame ecografico può fornire importanti informazioni sul calibro dell'arteria a monte della stenosi, numero ed estensione delle stenosi per valutare l'opportunità di una angioplastica.

#### *Sospetto di stenosi in FAV o protesi*

La presenza di *aliasing*, l'incremento della velocità di picco sistolico e la visualizzazione diretta in ecocolor (Fig. 12) sono altamente indicativi di stenosi dell'accesso vascolare. Il calcolo del diametro del lume originario in caso di protesi è facile, mentre nel caso di FAV native con stenosi molto estese e asimmetriche, la valutazione geometrica della stenosi (lume originario-lume residuo/lume originario x 100) diventa difficile. In questo caso, è determinante la valutazione velocitometrica. Alcuni autori hanno riportato un'affidabilità dell'81% nella FAV nativa per VPS > 370 cm/s, dell'86% nelle protesi con VPS > 310 cm/s e del 95% nel settore venoso con VPS > 250 cm/s. Tuttavia, non esiste attualmente consenso

unanime sulla definizione di stenosi emodinamicamente significativa.

### *Ischemia distale*

Lo *steal phenomenon* è comune a tutte le anastomosi artero-venose ed è generalmente asintomatico (11, 12). Quando diventa eccessivo si crea una sindrome da furto, frequente nelle FAV prossimali, soprattutto in presenza di diabete, vasculopatia periferica ed età avanzata. Per tale motivo, è indispensabile un'attenta valutazione ecografica dei pazienti ad elevato rischio di ischemia distale nella fase pre-operatoria.

### Conclusioni

La valutazione ecografica sistematica della FAV e della protesi consente di identificare precocemente le disfunzioni e le eventuali complicanze dell'accesso vascolare, riducendone significativamente la perdita. Per tale ragione tutti i pazienti in emodialisi dovrebbero essere sottoposti ad un regolare programma di monitoraggio ecografico dell'accesso vascolare.

### Riassunto

Presupposto fondamentale per una buona efficienza dialitica è la presenza di un accesso vascolare ben funzionante. La fistola artero-venosa con vasi nativi rappresenta l'accesso vascolare di prima scelta, sia per il basso rischio infettivo sia per la lunga sopravvivenza. Nel caso di grave depauperamento del patrimonio vascolare dell'avambraccio, la protesi in politetrafluoroetilene costituisce una valida alternativa. Il monitoraggio periodico con eco-color Doppler si è dimostrato in grado di individuare disfunzioni precoci sia della fistola artero-venosa che della protesi, anticipandone l'eventuale procedura interventistica e migliorandone la sopravvivenza a lungo termine. Tuttavia, è ancora controversa l'opportunità di un programma di monitoraggio ecografico sistematico dell'accesso vascolare.

#### *Indirizzo degli Autori:*

Dr. Antonio Granata, MD  
Via F. Paradiso 78/a  
I-95024 Acireale (CT)  
antonio.granata4@tin.it

### Bibliografia

1. Andreucci VE, Kerr DNS, Kopple JD. Rights of chronic renal failure patients undergoing chronic dialysis therapy. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 30-8.
2. Pisoni RL, Young EW, Dykstra DM, et al. Vascular access use in Europe and the United States: results from the Dopps. *Kidney Int* 2002; 61: 305-16.
3. Quarello F, Forneris G, Pozzato M. La sorveglianza clinica e strumentale della fistola artero-venosa. *G Ital Nefrol* 2004; 21: 317-30.
4. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations for vascular access 2006. *Am J Kidney Dis* 2006; 48(Suppl): S176-S322.
5. Meola M. Emodinamica e valutazione color Doppler della fistola artero-venosa. *Atti del XIV Convegno sull'ecotomografia in Nefrologia*, 2005; 10-27.
6. Tonelli M, James M, Wiebe N, et al. Ultrasound monitoring to detect access stenosis in hemodialysis patients: A systematic review. *Am J Kidney Dis* 2008; 51: 630-40.
7. Malovrh M. Native arteriovenous fistula: Preoperative evaluation. *Am J Kidney Dis* 2002; 39: 1218-25.
8. Parmar J, Aslam M, Standfield N. Pre-operative radial arterial diameter predicts early failure of arteriovenous fistula (AVF) for haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007 ; 33: 113-5.
9. Van der Linden J, Lameris TW, van den Meiracker AH, et al. Forearm venous distensibility predicts successful arteriovenous fistula. *Am J Kidney Dis* 2006 ; 47: 1013-9.
10. Peršič V, Ponikvar R, Buturović-Ponikvar J. Preoperative ultrasonographic mapping of blood vessels before arteriovenous fistula construction in elderly patients with end-stage renal disease. *Therapeutic Apheresis and Dialysis* 2009; 13: 334-9.
11. Raynaud A, Novelli L, Bourquelot P, et al. Low-flow maturation failure of distal accesses: treatment by angioplasty of forearm arteries. *J Vasc Surg* 2009; 49: 995-9.
12. Lomonte C, Basile C. Gestione della fistola artero-venosa: l'anastomosi e oltre. *G Ital Nefrol* 2007; 24: 5-12.