

IL NEFROLOGO E LA GESTIONE ECOCOLORDOPPLER DEL PAZIENTE IN DIALISI

Yuri Battaglia¹, Antonio Granata², Pasquale Zamboli³, Tiziano Lusenti⁴, Luca Di Lullo⁵, Fulvio Floccari⁶, Franco Logias⁷, Alessandro D'Amelio⁸, Fulvio Fiorini⁹

¹U.O.C. Nefrologia, A.O. Universitaria, Ferrara

²U.O.C. Nefrologia e Dialisi, Ospedale S. Giovanni di Dio, Agrigento

³Cattedra di Nefrologia, II Università degli Studi di Napoli, P.O.S.M.d.P. degli Incurabili, Napoli

⁴U.O. Ecografia Renale, Clinica Lazzaro Spallanzani, Reggio Emilia

⁵U.O. Nefrologia e Dialisi, Ospedale di Colferro, Roma

⁶U.O.C. Nefrologia e Dialisi, Civitavecchia (RM)

⁷U.O.C. Nefrologia e Dialisi, Ospedale S. Francesco, Nuoro

⁸U.O.C. Nefrologia e Dialisi, Ospedale Vito Fazzi, Lecce

⁹S.O.C. Nefrologia, Dialisi e Dietologia, Ospedale S. Maria della Misericordia, Rovigo

per il Gruppo di Studio di Ecografia Renale della Società Italiana di Nefrologia (SIN-GSER) e per la sezione di Studio in Nefrologia della Società Italiana di Ultrasonologia in Medicina e Biologia (SIUMB)

Management of color-Doppler imaging in dialysis patients

In recent decades, the survival of dialysis patients has gradually increased thanks to the evolution of dialysis techniques and the availability of new drug therapies. These elements have led to an increased incidence of a series of dialysis-related diseases that might compromise the role of dialysis rehabilitation: vascular disease, skeletal muscle disease, infectious disease, cystic kidney disease and cancer. The nephrologist is therefore in charge of a patient group with complex characteristics including the presence of indwelling vascular and/or peritoneal catheters, conditions secondary to chronic renal failure (hyperparathyroidism, anemia, amyloid disease, etc.) and superimposed disorders due to old age (cardiac and respiratory failure, cancer, type 2 diabetes mellitus, etc.). Early clinical and organizational management of such patients is essential in a modern and "economic" vision of nephrology. The direct provision of ultrasound services by the nephrologist responds to these requirements. A minimum level of expertise in diagnostic ultrasonography of the urinary tract and dialysis access should be part of the nephrologist's cultural heritage, acquired through theoretical and practical training programs validated by scientific societies, especially for those who choose to specialize in these procedures and become experts in imaging or interventional ultrasonography.

Conflict of interest: None

Financial support: None

KEY WORDS:

Dialysis,
Doppler
ultrasound,
Dialysis related
pathologies

PAROLE CHIAVE:

Dialisi,
Ecocolore
Doppler,
Patologia dialisi
correlata

Indirizzo degli Autori:

Dr. Fulvio Fiorini
S.O.C. Nefrologia, Dialisi e
Dietologia
ULSS18 - Rovigo
Ospedale S.M. della Misericordia
Viale Tre Martiri 140
45100 Rovigo
e-mail: fiorini.fulvio@azisanrovigo.it

INTRODUZIONE

L'evoluzione delle tecniche dialitiche ha portato a una migliore tollerabilità, a una più ampia indicazione alla dialisi, senza limiti di età o di comorbidità, e a un aumento della sopravvivenza del paziente in terapia sostitutiva. Questi fattori hanno, però, determinato un aumento dell'incidenza delle patologie correlate alla

dialisi fino a comprometterne, in molti casi, il ruolo riabilitativo (1). Il nefrologo deve quindi gestire un paziente "singolare", per la presenza da un lato delle problematiche legate all'accesso vascolare o peritoneale e, dall'altro, di patologie secondarie all'insufficienza renale cronica (IRC) (iperparatiroidismo, malattia da amiloide, aterosclerosi, anemia, ecc.), e "complesso" per la presenza di patologie sovrapposte legate anche alla

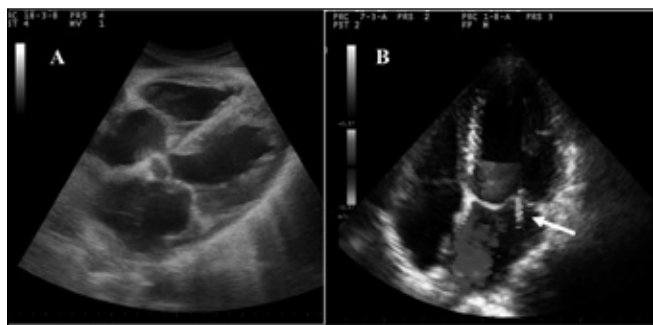


Fig. 1 - (A) Sonda convex (addominale). Scansione cardiaca "quattro camere" subfoideale ascendente mette in evidenza miocardio in ipertrofia ventricolare sinistra, lieve sclerosi valvolare e assenza di versamenti pericardici: durante l'esame è possibile la valutazione di massima della cinesi cardiaca. (B) Sonda settoriale (cardiologica): scansione quattro camere che evidenzia sclerosi valvolare, mentre l'uso del colore evidenzia insufficienza mitralica (freccia)

senescenza (insufficienza cardiaca e respiratoria, neoplasie, diabete mellito tipo II, ecc.). Nella gestione del paziente dializzato risultano di importanza strategica, organizzativa, clinica ed "economica", la valutazione e il trattamento precoce delle eventuali problematiche patologiche e, in questo scenario, l'erogazione diretta di prestazioni ecografiche da parte del nefrologo risponde a questi requisiti (2, 3).

PATOLOGIA CARDIOVASCOLARE

Gli eventi cardiovascolari rappresentano la principale causa di morte nei pazienti in dialisi (50-60%) (4-6) e lo studio ecocardiografico, morfologico ed emodinamico riveste un'importanza primaria nella valutazione del paziente uremico. Considerato di competenza cardiologica con l'utilizzo di sonde dedicate, l'ecocardiogramma può essere effettuato anche dal nefrologo ecografista con la comune sonda *convex* multifrequenza da 2.5-5.0 MHz. Le modalità *M-mode* e *B-mode Doppler* permettono la valutazione della massa ventricolare e dei volumi cardiaci, con un'eccellente accuratezza nella diagnosi di ipertrofia ventricolare, potendone definire la geometria (concentrica o eccentrica) e stimando la funzione sistolica. Inoltre, è possibile ottenere informazioni in merito al rilasciamento e al riempimento ventricolare per la valutazione della diastole (7), oltre che diagnosticare e monitorare nel tempo un versamento pericardico e un'incontinenza valvolare (Fig. 1). La patologia aterosclerotica nei pazienti in dialisi, così come la mortalità per emorragia cerebrale, è superiore rispetto alla popolazione generale: lo studio *ecocolorDoppler* (ECD) dei distretti vascolari periferici riveste il ruolo di indagine di I livello nella diagnosi e nel *follow-up* di tale patologia (8). L'esame ecografico delle carotidi permette la valuta-

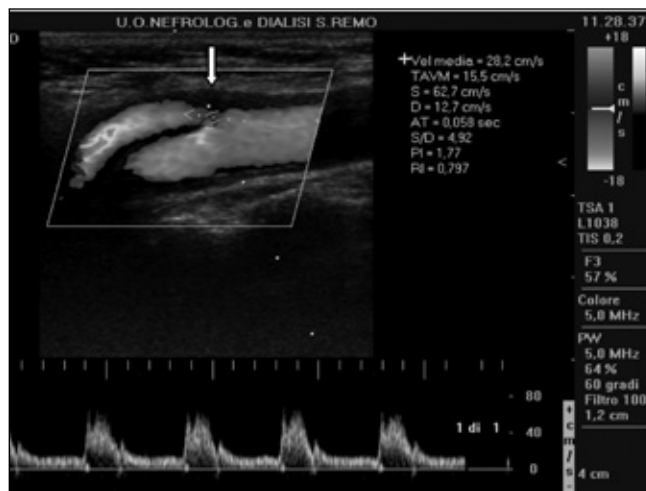


Fig. 2 - (Sonda lineare. Scansione longitudinale del collo che evidenzia sullo stesso piano tutte le carotidi. Al bulbo è ben valutabile placca disomogenea mista (fibrilipidica) che coinvolge maggiormente la carotide esterna determinando una stenosi non emodinamica (freccia) allo studio colorDoppler.

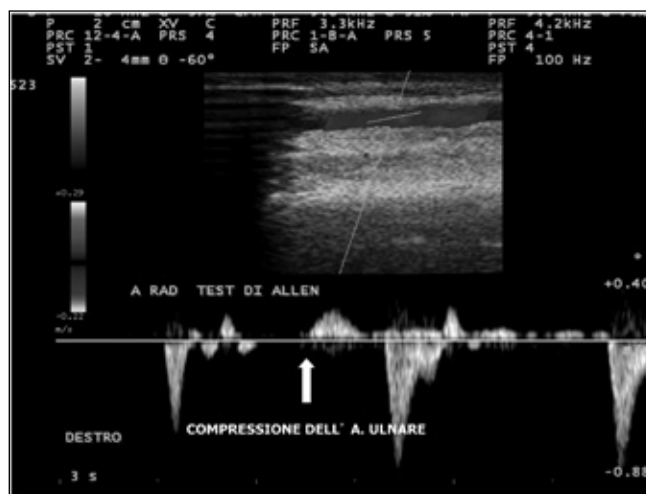


Fig. 3 - Sonda lineare. Studio pre-operatorio del braccio destro: il campionamento Doppler dell'arteria radiale registra un incremento di flusso quanto l'arteria ulnare omolaterale viene compressa, indice di pervietà dell'arcata palmare.

zione dello spessore medio-intimale e della presenza di placche ateromasiche, indici diretti e precoci di danno vascolare e predittivi di morbilità cardiovascolare; l'impiego integrato dell'ECD permette di studiare l'entità delle stenosi eventualmente associate (Fig. 2). La patologia vascolare degli arti inferiori si comporta parallelamente a quella carotidea, determinando un'ateromasia più o meno diffusa con quadri ischemici periferici che possono portare anche all'amputazione.

Fig. 4 - (A) Sonda lineare. Le frecce indicano la trombosi venosa completa recente di FAV con flusso turbolento di "va e vieni" con immagine "a fumo di sigaretta" (*) nella zona pre-trombotica, senza progressione ematica. (B) Infusione di Urokinasi con pompa in FAV trombizzata: l'ecografia permette di valutare la migliore sede di somministrazione e di seguire nel tempo l'efficacia del trattamento.



ACCESSO VASCOLARE E PERITONEALE

Un accesso vascolare con un flusso adeguato riveste un'importanza primaria per la sopravvivenza e la qualità di vita del paziente in emodialisi (HD), e le sue complicanze, prima fra tutte la trombosi, rappresentano eventi che incidono per circa il 25% sui ricoveri dei soggetti emodializzati con un importante impegno di risorse (9, 10). Lo studio *ecocolorDoppler* possiede un significato strategico nella gestione della fistola artero-venosa da emodialisi (FAV) già in fase pre-chirurgica, attraverso la "mappatura" dell'albero vascolare artero-venoso dell'arto superiore (Fig. 3); permette di monitorare nel tempo la portata dell'accesso vascolare ed evidenzia precocemente la sede e il grado di eventuali stenosi, con una sensibilità e una specificità rispettivamente del 95% e del 97% per le FAV protesiche (11). In caso di trombosi, gli ultrasuoni permettono di studiare la sua estensione e la possibilità e la sede eventuali del trattamento fibrinolitico (Fig. 4), nonché la presenza di siti di puntura alternativi non evidenti all'esame obiettivo. Inoltre, lo studio ecografico permette la valutazione di eventuali ematomi e/o di foci settici che possono colonizzare soprattutto le FAV protesiche (11) (Fig. 5). Nuovi orizzonti si intravedono mediante l'utilizzo dell'ecografia endovascolare, una tecnica relativamente nuova, capace di identificare fini anomalie vascolari meglio dell'angiografia e capace di dare luogo a un imaging tridimensionale a 360° dei vasi (12). Nei pazienti che necessitano di catetere venoso centrale o di catetere peritoneale, l'ecografia può, nel primo caso, guidare con sicurezza la venipuntura dei vasi da incannulare (13) ed essere di ausilio nello studio del tratto sottocutaneo e nella ricerca di eventuali raccolte settiche e/o emorragiche, valutabili come raccolte disomogenee iperecogene e ipoecogene rispettivamente (14).

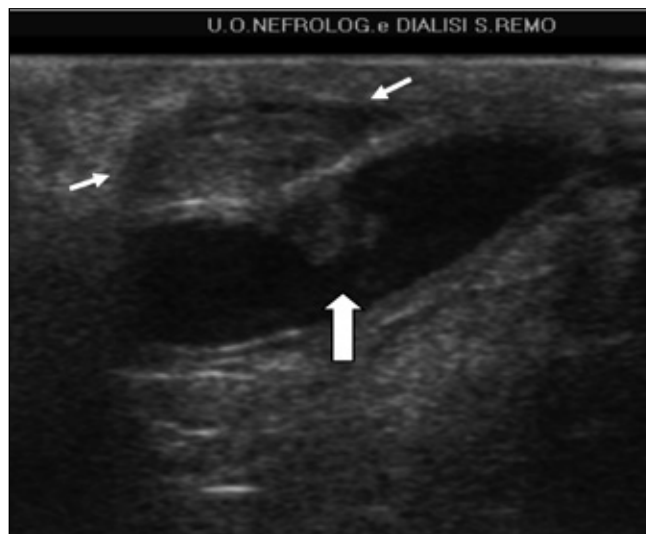


Fig. 5 - Sonda lineare. Scansione longitudinale di FAV protesica (ben riconoscibile la parete iperecogena a binario): al di sopra della protesi (frecce piccole) è apprezzabile, in sede di pregressa venipuntura, immagine ovalare disomogenea, priva di pareti, compatibile con ematoma in fase di organizzazione. All'interno del lume protesico è presente immagine iperecogena disomogenea a margini irregolari adesa al lume (freccia grande), compatibile con vegetazione settica (paziente che manifestava febbre con brividi dopo l'inizio della dialisi).

OSTEODISTROFIA RENALE

L'osteodistrofia renale, disordine multifattoriale del rimodellamento osseo, descrive le complicanze scheletriche dei pazienti uremici ed è dovuta principalmente all'iperparatiroidismo secondario (15). Il quadro clinico è variabile e dipende dall'entità del rimodellamento osseo e dall'eventuale presenza di patologie da accumulo di alluminio e di amiloidosi (da deposizione osteoarticolare, tendinea e legamentosa di β 2-microglobulina) associate alla dialisi. Gli ultrasuoni possono essere una metodica utile, economica e non invasiva per la valu-

tazione delle ghiandole paratiroidi e per l'identificazione delle calcificazioni dei tessuti molli periarticolari (15). Non valutabili in condizioni normali, le ghiandole paratiroidi sono dimostrabili, talvolta con difficoltà, quando diventano iperplastiche o subiscono la trasformazione adenomatosa con una specificità del 100% e una sensibilità del 68% (16) (Fig. 6): sede, numero, forma, dimensioni e caratteristiche ecostrutturali e vascolari sono i parametri studiati all'esame ultrasonografico (17). Le dimensioni sono particolarmente significative per il clinico, in quanto esiste una correlazione diretta tra dimensioni/peso e iperfunzione endocrina: ghiandole di maggiore volume producono più PTH, con maggiori segni clinici di iperparatiroidismo. Le calcificazioni dei tessuti molli periarticolari (tendinee e bursali) appaiono all'esame ecografico come immagini intensamente iperecogene determinanti un cono d'ombra posteriore (Fig. 7A); sono, in genere, multifocali e bilaterali e la loro prevalenza aumenta con l'aumento dell'età dialitica. Le sedi più colpite sono la spalla, il gomito e le articolazioni delle mani e dei piedi. La radiologia tradizionale rappresenta comunque il metodo diagnostico di riferimento, soprattutto quando queste calcificazioni presentano un aspetto pseudotumorale. L'ultrasonografia ossea quantitativa (QUS) è una nuova metodica di valutazione della densità ossea, di recente introduzione nella pratica clinica; fornisce informazioni sia sul grado di *turnover* osseo che sulla "qualità" complessiva dell'osso stesso e, conseguentemente, sul rischio di frattura (18).

MALATTIA DA AMILOIDE

L'amiloidosi "correlata alla dialisi" è una forma tipica che colpisce i pazienti che effettuano il trattamento emodialitico da lungo tempo (19). Si sviluppa secondariamente all'incremento dei livelli di β_2 -microglobulina che causa deposito e infiltrazione di fibrille nell'osso, nelle sinovie e nei tessuti molli periarticolari. Si manifesta con le seguenti patologie studiabili con ultrasuoni: sindrome della spalla imbottita, sindrome del *tunnel* carpale (Fig. 7B), tenosinovite dei flessori e degli estensori delle dita, dito a scatto e cisti di Baker (20).

MALATTIA RENALE CISTICA ACQUISITA

La patologia renale cistica acquisita (ACKD) rappresenta un reperto renale tipico nel paziente uremico, sebbene il suo inquadramento eziopatogenetico rimanga ancora oggetto di discussione (21). Le cisti si sviluppano già in corso di terapia conservativa e oltre il 50% dei pazienti dializzati da più di tre anni presenta cisti renali multiple con una prevalenza che varia dal

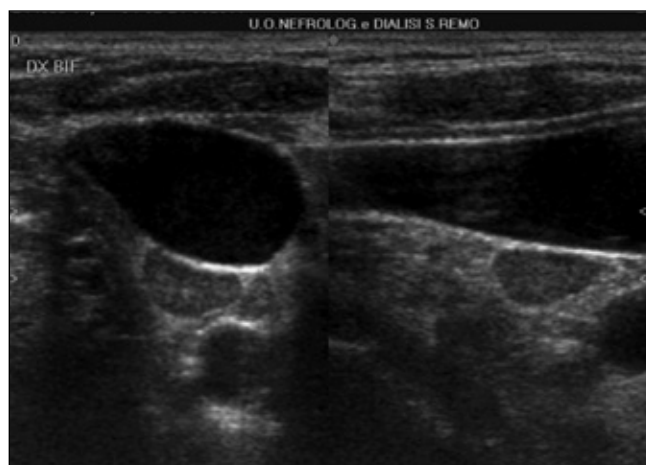


Fig. 6 - Sonda lineare. Scansione destra del collo, trasversale a sinistra e longitudinale a destra. Tra la vena giugulare e la carotide comune, circa a livello dell'origine dell'arteria tiroidea inferiore, è valutabile immagine ovale ipoecogena finemente disomogenea, dotata di fine capsula iperecogena, compatibile con paratiroide superiore iperplastica, in iperparatiroidismo secondario.

10% al 90% (21). Le complicanze della ACKD sono il carcinoma renale (la più frequente), il sanguinamento retroperitoneale, le infezioni e la litiasi. La prevalenza del carcinoma renale è più alta nei dializzati rispetto alla popolazione generale (circa 18 volte nei maschi e 15 volte nelle femmine) ed esiste una differenza istologica nelle due popolazioni (papillifero in quella dializzata e non papillifero in quella generale): nei soggetti in dialisi, la prevalenza è più alta in quelli con maggiore anzianità dialitica e in quelli di età più giovane. L'esame ecotomografico costituisce il mezzo di indagine d'elezione nelle lesioni renali *spazio occupanti*: il rene si presenta di dimensioni di solito ridotte con uno spessore parenchimale diminuito e un'ecogenicità uniformemente aumentata (rene grinzoso), raramente di dimensioni normali o aumentate a causa della presenza di cisti plurime (Fig. 8). Le cisti semplici (o tipiche) presentano i consueti caratteri patognomici: la diagnosi ecografica di carcinoma renale è, talvolta, semplice quando è valutabile come massa solida che protrude dalla superficie di un rene atrofico con cisti acquisite, mentre risulta più difficile quando la massa solida è circondata da numerose cisti. Nella cisti renale degenerata deve essere ricercata sempre la presenza di vascolarizzazione tramite analisi colorDoppler o con l'uso di *ecomplificatori* (CEUS), anche se i tumori renali papilliferi tendono a essere ipovascolarizzati rispetto a quelli non papilliferi (Fig. 9). Dal punto di vista dell'*imaging*, la diagnosi differenziale deve essere posta con la cisti emorragica che presenta contenuto iperecogeno disperso e mobile nell'emorragia recente e irregolarità dei margini e presenza di setti più o meno spessi nelle

Fig. 7 - Sonda lineare. (A) Scansione trasversale sul sovraspinato: immagine iperecogena irregolare a livello della spalla (cuffia dei rotatori) compatibile con calcificazione. (B) Scansione trasversale sulla superficie palmare del polso: importante iperplasia della sinovia (immagini rotondeggianti iperecogene) con versamento infiammatorio (anecogeno) in sindrome del tunnel carpale.

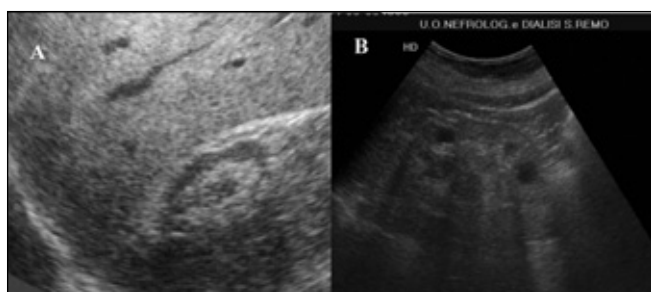
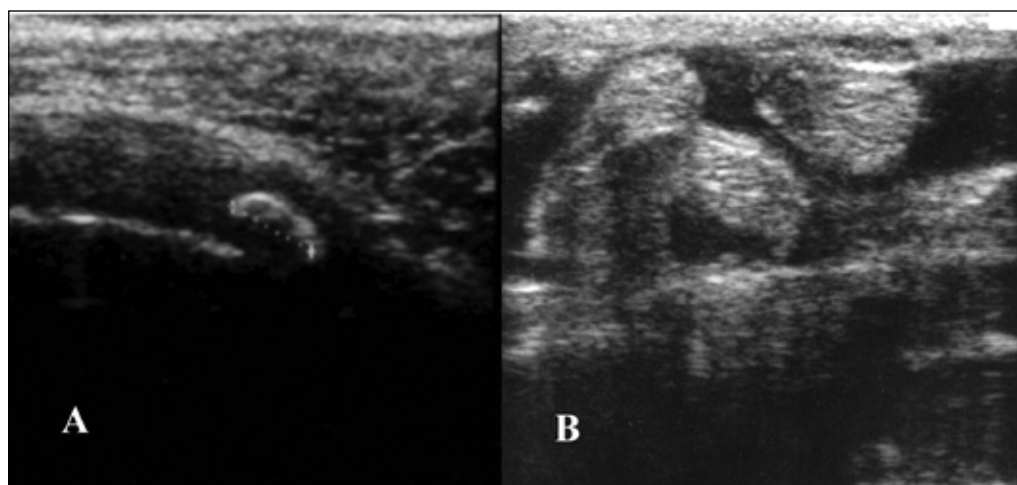


Fig. 8 - Sonda convex. (A) Scansione sottocostale ascendente destra: rene grinzoso in emodializzato, ancora ben valutabile morfologicamente; (B) scansione longitudinale obliqua posteriore sinistra, che dimostra rene grinzoso, individuabile soprattutto per la presenza di alcune cisti acquisite.



Fig. 9 - Sonda convex: lesione spazio occupante renale polare inferiore rotondeggiante ecograficamente iso-iperecogena, che evidenzia vascolarizzazione peritumorale al colorDoppler, indicativa di lesione solida.

emorragie di vecchia data. Il controllo ecografico renale dei pazienti in dialisi, in particolar modo di quelli con una lunga storia di insufficienza renale cronica e con almeno tre anni di trattamento emodialitico, è raccomandabile (22); la stadiazione tumorale risulta infatti di grado minore nei tumori ancora asintomatici che in quelli sintomatici. Risulta pertanto essenziale la diagnosi precoce al fine di consentire una chirurgia oncologicamente radicale ancora oggi ritenuta l'unico trattamento terapeutico (23).

VALUTAZIONE DEI VERSAMENTI

Nell'uremico in dialisi non è raro il riscontro di un versamento pleurico (anche saccato) o peritoneale, che, così come accade per il versamento pericardico, può essere il segno di un'errata valutazione del "peso secco" per concomitante malnutrizione, sovrapposta infezione e/o sottodialisi (Fig. 10A). Anche in questi casi, l'esame ECD permette di identificare agevolmente sia la sede che l'entità del versamento come presenza di

massa liquida anecogena in cui fluttuano, nel caso del versamento peritoneale, le anse intestinali (Fig. 10B). L'ecografia può inoltre permettere di guidare l'ago nel corso di un'eventuale puntura esplorativa/evacuativa (Fig. 11A). In caso di sovraccarico idrico, l'ecografia può essere utile nel valutare la distensione della vena cava inferiore e la sua collassabilità con gli atti respiratori (indice di collassabilità (IC) >50% nel paziente normoidratato vs disidratato; IC <50% nel paziente normoidratato vs iperidratato) (Fig. 11B).

Le "comete ultrasoniche polmonari" (cosiddette linee B) rappresentano, secondo alcuni Autori, un segno ecografico indiretto, anche se non specifico, di edema interstiziale polmonare: assenti nei polmoni normali, diventano precocemente evidenti in presenza di fluidi che riempiono l'interstizio e gli alveoli, mentre scompaiono quando i liquidi sono rimossi. La loro valutazione

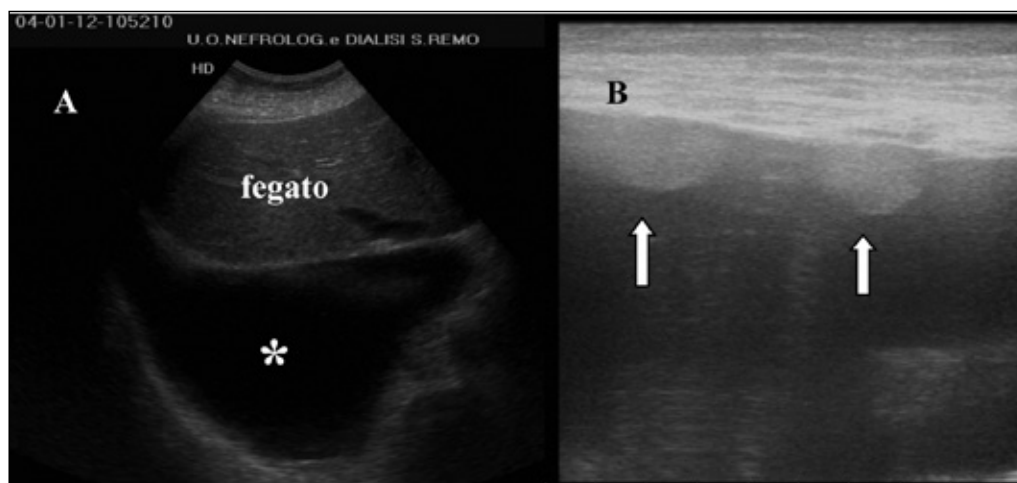
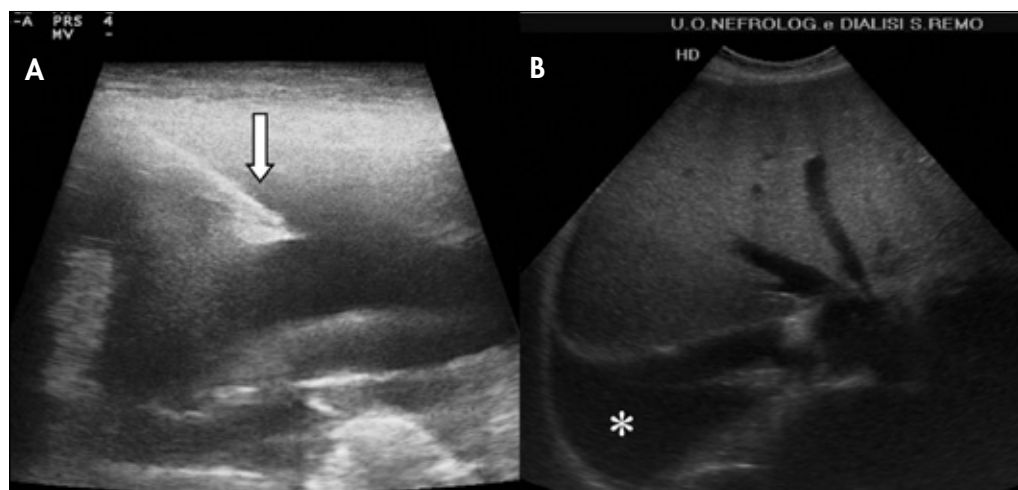


Fig. 10 - (A) Sonda convex. Scansione addominale sottocostale destra che evidenzia voluminoso versamento pleurico (*). (B) Sonda lineare. Scansione addominale destra in dializzato: presenza di immagini ipercogene ovalari (freccie) sulla superficie parietale del peritoneo, indicative di secondarietà.

Fig. 11 - (A) Sonda lineare. Scansione addominale "trapezoidale" in corso di paracentesi evacuativa e diagnostica in versamento peritoneale di nnd: è ben valutabile e controllabile in tempo reale l'ago di drenaggio (freccia). (B) Sonda convex: scansione anteriore sottocostale destra che dimostra sovradistensione della vena cava, delle vene sovraepatiche e versamento pleurico (*) in paziente uremico in pre-dialisi, suggestivi di iperidratazione.



è molto semplice e veloce da eseguire, ha una curva di apprendimento di pochi esami e può essere effettuata con qualsiasi ecografo, anche portatile. Alcuni Autori (24) hanno proposto la ricerca delle comete polmonari quale segno ecografico di iperidratazione nella valutazione del peso "secco" del paziente in emodialisi.

CONCLUSIONI

La gestione diretta e completa del paziente dializzato ha "obbligato" il nefrologo a massimalizzare le sue competenze internistiche e ad acquisire competenza ed esperienza nella diagnostica ecografica non solo renale ma anche di altri distretti (addome, paratiroidi, articolazioni, apparato cardio-circolatorio, aorta addominale, fistole arterovenose da emodialisi, ecc.) e in ecografia interventistica (biopsia renale, posizionamento ecoguidato di cateteri venosi da dialisi, ecc.) (25, 26): ciò consente la gestione rapida della maggior parte delle problematiche cliniche dell'uremico in

dialisi. L'acquisizione di una competenza di base nella diagnostica ultrasonografica dell'apparato urinario e degli accessi vascolari dovrebbe pertanto far parte del patrimonio culturale del nefrologo, anche se non è imperativo che ogni nefrologo divenga un esperto nell'*imaging* o in ecografia interventistica: a tal proposito sarebbe auspicabile che i nefrologi seguissero programmi formativi di addestramento teorico-pratico e di eventuale perfezionamento validati dalle Società Scientifiche, particolarmente coloro che scelgono di specializzarsi in tali procedure (14, 25, 26).

RIASSUNTO

Negli ultimi decenni la sopravvivenza del paziente in terapia dialitica è progressivamente aumentata in seguito all'evoluzione delle tecniche dialitiche e alla disponibilità di nuove terapie farmacologiche. Questi elementi hanno determinato di fatto l'aumento dell'incidenza di una serie di patologie correlate alla dialisi (vascolare, muscolo-sche-

lettrica, infettiva, cistica, neoplastica, ecc.), che possono comprometterne il ruolo riabilitativo. Il nefrologo pertanto deve gestire un paziente peculiare e complesso per la presenza di un accesso vascolare e/o peritoneale, di patologie secondarie all'insufficienza renale cronica (p. es., iperparatiroidismo secondario, malattia da amiloide, anemia, ecc.) e di patologie sovrapposte legate alla senescenza (insufficienza cardiaca e respiratoria, neoplasie, diabete mellito tipo II, ecc.). La gestione precoce organizzativa e clinica di un simile paziente risulta indispensabile in una visione moderna ed "economica" della nefrologia. In questo scenario, l'erogazione diretta di prestazioni ecografiche da parte del nefrologo risponde a questi requisiti. Una minima competenza nella diagnostica ultrasonografica dell'apparato urinario e degli accessi vascolari

dovrebbe far parte del patrimonio culturale del nefrologo, attraverso la partecipazione a programmi formativi e di addestramento teorico-pratico validati dalle Società Scientifiche: ciò vale in particolar modo per coloro che scelgono di specializzarsi in tali procedure e di diventare esperti nell'imaging e/o in ecografia interventistica.

DICHIARAZIONE DI CONFLITTO DI INTERESSI

Gli Autori dichiarano di non avere conflitto di interessi.

CONTRIBUTI ECONOMICI AGLI AUTORI

Gli Autori dichiarano di non aver ricevuto sponsorizzazioni economiche per la preparazione dell'articolo.

BIBLIOGRAFIA

- Fiorini F, Milanese F. "L'ecografia e l'ecocolorDoppler nelle complicanze croniche della dialisi" in *Tecniche Nefrologiche e Dialitiche 2004* di U. Buoncrisiani e N. Di Paolo, ed. Bios, 35-49, 2004.
- Zoccali C, Curatola G. L'esperienza in ecografia: opportunità o requisito professionale per il nefrologo? *G Ital Nefrol* 1999; 16219-20.
- Shah N, Dahl NV, Kapoian T, Sherman RA, Walker JA. The nephrologist as a primary care provider for the hemodialysis patient. *Int Urol Nephrol* 2005; 37 (1): 113-7.
- USRDS: the United States Renal Data System. *Am J Kidney Dis* 2003; 42 (Suppl. 5): 1-230.
- Bradbury BD, Fissell RB, Albert JM, et al. Predictors of early mortality among incident US hemodialysis patients in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Clin J Am Soc Nephrol* 2007; 2 (1): 89-99.
- Pontoriero G, Locatelli F, Andreucci VE, et al. [DOPPS estimate of guideline impact on survival in hemodialysis in Italy]. *G Ital Nefrol* 2007; 24 (3): 221-9.
- Parfrey PS, Foley RN, Harnett JD, Kent GM, Murray D, Barre PE. Outcome and risk factors of ischemic heart disease in chronic uremia. *Kidney Int* 1996; 49: 1428-34.
- Kawagishi T, Nishizawa Y, Konishi T, et al. High resolution B-mode ultrasonography in evaluation of atherosclerosis in uremia. *Kidney Int* 1995; 48: 820-6.
- Feldman HI, Kobrin S, Wasserstein A. Hemodialysis vascular access morbidity. *J Am Soc Nephrol* 1996; 7: 523-35.
- Rajagopalan S, Dellegrottaglie S, Furniss AL, et al. Peripheral arterial disease in patients with end-stage renal disease: observations from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Circulation* 2006; 114 (18): 1914-22.
- Smith GE, Samuel N, Khan J, Johnson BF, Chetter IC. Targeted duplex ultrasound in a one-stop dialysis vascular access assessment clinic. *Ann Vasc Surg* 2011; 25 (8): 1099-103.
- Schild AF. Maintaining vascular access: the management of hemodialysis arteriovenous grafts. *J Vasc Access* 2010; 11 (2): 92-9.
- Cavatorta F, Fiorini F, Galli S, Campisi S, Zollo A. Ultrasound guided cannulation and endocavitary electrocardiography in placement of central venous catheters. *Clinic Neph* 1999; 52: 3191-3.
- Allon M, Warnock DG. Interventional Nephrology: Work in Progress. *Am J Kidney Dis* 2003; 42: 388-91.
- Tomić-Brzac H, Pavlović D. Ultrasonography methods in the diagnosis of renal osteodystrophy. *Acta Med Croatica* 2004; 58 (1): 43-9.
- Fletcher S, Jones RG, Rayner HC, et al. Assessment of renal osteodystrophy in dialysis patients: use of bone alkaline phosphatase, bone mineral density and parathyroid ultrasound in comparison with bone histology. *Nephron* 1997; 75 (4): 412-9.
- Reading CC. The parathyroid. In Rumack CM, Wilson SR, Chaboneau JW: *Diagnostic ultrasound*, Mosby, St. Louis 1991.
- Guglielmi G, de Terlizzi F, Aucella F. Quantitative bone ultrasonography: state of the art and perspectives. *G Ital Nefrol* 2004; 21 (4): 343-54.
- Rizzo MA, Frediani F, Granata A, Ravasi B, Cusi D, Gallieni M. Neurological complications of hemodialysis: state of the art. *J Nephrol* 2011; 25 (2): 170-82.
- Sommer R, Valen GJ, Ori Y, et al. Sonographic features of dialysis-related amyloidosis of the shoulder. *J Ultrasound Med* 2000; 19 (11): 765-70.
- Singanamala S, Brewster UC. Should screening for acquired cystic disease and renal malignancy be undertaken in dialysis patients? *Semin Dial* 2011; 24 (4): 365-6.
- Takagi T, Kondo T, Izuka J, et al. Prognosis and characteristics of renal cell carcinoma in hemodialysis patients: Bilateral occurrence does not influence cancer-specific survival. *Int J Urol* 2011; 18 (12): 806-12.
- Dedda G, Pischella A, Foddìs G, et al. Carcinoma renale incidentale: revisione critica su dieci anni di casistica. *Giornale Italiano di Ultrasonologia* 1996; 7 (3): 156.
- Noble VE, Murray AF, Capp R, Sylvia-Reardon MH, Steele DJ, Liteplo A. Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis. Time course for resolution. *Chest* 2009; 135 (6): 1433-9.
- Asif A, Byers P, Vieira CF, Roth D. Developing a comprehensive diagnostic and interventional nephrology program at an academic center. *Am J Kidney Dis* 2003; 42: 229-33.
- O'Neill WC. The new nephrologists. *Am J Kidney Dis* 2000; 35: 978-9.