Contributo dell'esame color Doppler-Doppler pulsato nella valutazione delle arterie renali in pazienti affetti da ipertensione arteriosa: esperienza preliminare

Contribution of color and spectral Doppler studies in evaluating the renal arteries of patients suffering from arterial hypertension: A preliminary trial

A. Giannetti[1], S. Quaranta[1], P. Corradini[2], P. Randisi[2], M. Grechi[3]

[1]*Unità Operativa di Gastroenterologia*
[2]*Unità Operativa di Medicina*
[3]*Unità Operativa di Radiologia*
Ospedale Misericordia - A.S.L. n. 9 - Grosseto

SOMMARIO

La diagnosi di ipertensione nefrovascolare è importante perchè la tempestiva correzione della stenosi dell'arteria renale permette di curare la malattia.

Ad oggi l'arteriografia è la metodica di riferimento sia per confermare sede ed entità della stenosi che per eseguire l'eventuale procedura correttiva.

Per quanto riguarda lo screening dei pazienti ipertesi, l'esame color Doppler/Doppler pulsato è stato proposto per l'accuratezza diagnostica, il costo relativamente basso, l'assenza di effetti collaterali.

La documentazione diretta delle arterie renali viene ritenuta essenziale per questa metodica, ma non sempre riesce adeguatamente sia per il decorso profondo dei vasi che per l'eventuale meteorismo sovrapposto. In tal caso alcuni indici indiretti, valutati sui vasi segmentali renali, possono essere di aiuto.

Nella esperienza descritta la valutazione color Doppler-Doppler pulsato delle arterie renali di 106 pazienti ipertesi ha permesso di diagnosticare correttamente la stenosi del vaso in 6 soggetti. La metodica, pur impegnativa e complessa, in base ai risultati ottenuti appare di rilevante utilità nella pratica clinica.

Parole chiave: Arterie renali; arterie renali, stenosi; arterie renali, Doppler

Abbreviazioni:

At = incremento tempo di accelerazione
D-IR = differenza tra gli Indici di Resistenza dei due reni
ESP = assenza del picco sistolico precoce
IR = Indice di Resistenza
RAR = rapporto tra le velocità di picco sistolico renale/aortico
VPS = velocità di picco sistolico

ABSTRACT

Diagnosis of nephrovascular hypertension is important because prompt correction of renal artery stenosis (R.A.S.) allows the illness to be treated. Arteriography is currently the gold-standard method for confirming the location and nature of the stenotic lesion prior to corrective procedure. The use of color Doppler-spectral Doppler sonography in the screening of hypertensive patients has been proposed in light of its diagnostic accuracy, relatively low cost and safety.

Direct visualization of the renal arteries is considered essential for this method, but it cannot always be achieved due to the depth of the vessels and the presence of intestinal gas. In these cases, indirect indexes derived from the study of segmental renal vessels may be of some assistance. In the present study, color Doppler-spectral Doppler examinations of the renal arteries of 106 hypertensive patients allowed correct diagnosis of vessel stenosis in six subjects. While this approach is complicated, our results indicate that it is a reliable method for renal artery stenosis diagnosis in clinical practice.

Key words*: Renal arteries; renal arteries, stenosis; renal arteries, Doppler*

Abbreviations:

R.A.S. = renal artery stenosis
PSV = peak systolic velocity
RI = Resistive Index

INTRODUZIONE

Tra le cause di ipertensione arteriosa secondaria la forma nefrovascolare ha una frequenza del 5-10% e risulta secondaria alla stenosi critica di una arteria renale, su base aterosclerotica, o, più raramente, su base fibrodisplastica. La malattia fibrodisplastica interessa generalmente il tratto intermedio dell'arteria renale e colpisce soggetti giovani a differenza della forma aterosclerotica che colpisce la popolazione anziana ed è localizzata all'origine del vaso.

Ad oggi l'arteriografia costituisce la metodica di riferimento per stabilire sede, gravità, caratteristiche della stenosi e per eseguire eventuale procedura di angioplastica.
Tuttavia l'invasività della metodica e la nefrotossicità del mezzo di contrasto non ne consentono un uso routinario (soprattutto in pazienti anziani, diabetici o in quelli con insufficienza renale cronica). La valutazione ultrasonografica con color Doppler e Doppler pulsato, invece, è un esame ben accetto al paziente, privo di effetti collaterali potenzialmente nocivi, di costo relativamente ridotto così da risultare utile per lo screening dei soggetti ipertesi.
E', infatti, generalmente possibile visualizzare le arterie renali nel loro decorso, evidenziare eventuali zone di alterazione emovelocitometrica, eseguire l'analisi spettrale mirata delle sedi sospette (1). Studi recenti della Letteratura, a differenza delle osservazioni effettuate negli anni novanta che hanno fornito risultati piuttosto contrastanti, riconoscono alla metodica sensibilità e specificità adeguate alla diagnosi di questa patologia ed allo screening dei pazienti affetti da ipertensione arteriosa (2,3).
Descriviamo la nostra iniziale esperienza nella valutazione con metodica color Doppler-Doppler pulsato delle arterie renali finalizzata alla diagnosi di ipertensione nefrovascolare.

MATERIALI E METODI

Negli ultimi diciotto mesi sono stati esaminati 106 soggetti affetti da ipertensione arteriosa, di recente insorgenza o divenuta resistente alla terapia, inviati al nostro ambulatorio di ecografia dal Centro per lo studio dell'ipertensione arteriosa presente nell'Ospedale. Abbiamo utilizzato un ecografo ATL-HDI 5000, l'imaging armonico tessutale per l'esame in scala dei grigi (morfologia e dimensioni dei reni, valutazione dell'aorta e delle logge surrenaliche), abbiamo adattato le regolazioni del color Doppler e del Doppler pulsato (PRF, filtri e guadagni) alle caratteristiche dei flussi di volta in volta esaminati. Quando possibile le arterie renali sono state valutate nel loro decorso e sono stati eseguiti campionamenti con Doppler pulsato alla origine e nelle sedi di aliasing. In tutti i soggetti è stato eseguito Doppler pulsato dei vasi segmentali/interlobari (polo superiore, ilo e polo inferiore) con valutazione dell'aspetto morfologico del velocitogramma e dei parametri quantitativi/semiquantitativi ad esso riferiti. I dati quantitativi sono stati calcolati con angoli di insonazione del vaso < 60°. Nei pazienti nei quali la valutazione dell'arteria principale è risultata impossibile per il decorso profondo o per meteorismo sovrapposto è stata effettuata la sola valutazione dei vasi intraparenchimali renali.

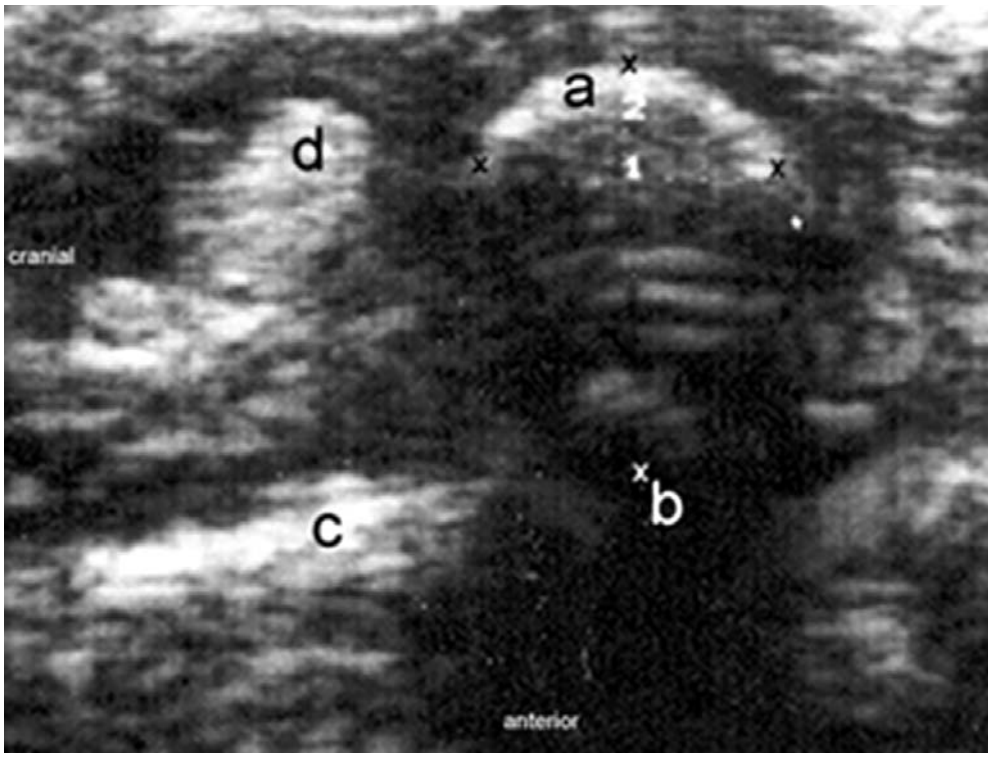


Fig. 1. A, **B**. Viene documentata arteria renale accessoria alla origine dall'aorta. **C.** Sono dimostrabili due arterie renali che si dirigono all'ilo del rene, l'analisi spettrale ne documenta l'aspetto velocitometrico regolare.
***Figure 1. A** and **B**. A single accessory renal artery originating from the aorta. **C**. Two renal arteries directed toward the renal hilum display regular waveforms on the spectral Doppler ultrasound exam.*

I parametri velocitometrici utilizzati per la diagnosi di stenosi clinicamente significativa (>60%) sono stati:
- l'incremento focale della velocità di picco sistolico (VPS > di 200 cm/sec),
- il rapporto tra le velocità di picco sistolico renale/aortico (RAR>3.5),
- l'incremento del tempo di accelerazione (At>100 millisecondi),
- una elevata differenza tra gli Indici di Resistenza dei due reni (D-IR>0.05).

I soggetti in cui sono stati riscontrati valori emovelocitometrici sospetti (VPS>180 cm/sec, RAR>3, At>70 millisecondi) sono stati sottoposti a ripetizione dell'esame a breve distanza di tempo o a valutazione con altra tecnica di immagine. L'iter diagnostico, nei casi in cui era ipotizzata stenosi dell'arteria renale, è stato completato con i risultati della tomografia spirale, della scintigrafia renale e dell'angiografia digitale (nel nostro Centro l'esame di angio-Risonanza Magnetica Nucleare non era disponibile nel periodo a cui riferisce la casistica).

Tab. I. Descrizione della casistica (pazienti affetti da ipertensione nefrovascolare) in base agli aspetti clinici ed ai risultati dell'esame color Doppler/Doppler pulsato delle arterie renali

Table I. *Characteristics of study patients with clinical diagnoses of nephrovascular hypertension and results of color and spectral Doppler studies of the renal arteries*

Paziente sesso, età	Sintomatologia	Dimensioni rene (cm)	a. renale VPS (cm/sec)	rapporto VPS R/a	AT (ms)	Note
B.R. M, 49	Ipertensione cefalea	8.75	200	>3.5	210	angioplastica
S.R. F, 45	Ipertensione retinopatia	8.4	>250	>4	130	angioplastica
P.S. M, 57	Ipertensione	8	**Tecnicamente mal valutabile angolo>60°**	**Mal valutabile**	**polso parvus/ /tardus**	nefrectomia
C.V. M, 59	Ipertensione	10.2	>200	>4.5 ATS aorta con VPS<45	<70	terapia medica xATS polidistrettuale
P.D. F, 67	Ipertensione	10.15	>250	>3.5		angioplastica
M.L. M, 69	Ipertensione	8.8	**Tecnicamente mal valutabile angolo>60°**	**Mal valutabile**	<50ms	***Diagnosi con TC spirale***

RISULTATI

In tutti i pazienti è stato possibile effettuare la misurazione delle dimensioni renali ed una valutazione color Doppler/ Doppler pulsato delle arterie segmentali/interlobari.
La dimostrazione di entrambe le arterie renali è risultata accurata in 68 soggetti, in altri 17 è stato possibile valutare soltanto un vaso in maniera completa (ma l'origine del vaso controlaterale è risultata dimostrabile in 16 casi).
In 17 pazienti la documentazione è risultata incompleta per entrambi i vasi, ma in tutti è stata valutata l'arteria all'origine dall'aorta, infine 4 esami sono risultati del tutto insoddisfacenti per il marcato meteorismo o per insufficiente collaborazione.
Arterie renali accessorie sono state dimostrate o sospettate per la sede di origine in 11 pazienti, l'esame Doppler pulsato ha consentito di valutarne adeguatamente l'aspetto velocitometrico (Fig. 1).

In 6 pazienti è stata diagnosticata una stenosi emodinamicamente significativa della arteria renale (Tab. I).
In un caso (C.V.), con l'esame in scala dei grigi, è risultata documentabile placca calcifica all'origine dell'arteria renale destra e la corrispondente alterazione velocitometrica all'esame color Doppler e Doppler pulsato (Fig. 2).
In 4 soggetti sono risultati determinanti alla diagnosi i parametri funzionali (aliasing focale al color Doppler, focale incremento della VPS al Doppler pulsato, incremento dell'indice reno/aortico, incremento del tempo di accelerazione dei vasi parenchimali). L'esame color Doppler ha permesso di documentare correttamente la sede della stenosi sia alla origine (Fig. 3) che nel tratto intermedio della arteria renale (Fig. 4).
Dopo l'intervento di angioplastica (3 pazienti) la ripetizione dell'esame eco-color Doppler ha evidenziato la norma-

lizzazione degli aspetti velocitometrici precedentemente alterati (Fig. 5).

Nell'ultimo caso, in Tab. I, (M.L.) l'esame diretto dell'arteria renale sinistra è risultato inconclusivo (aliasing focale, ma difficoltà ad ottenere angoli adeguati a misurazioni accurate della VPS, assenza di incremento del tempo di accelerazione) e la diagnosi è avvenuta mediante TC spirale.

In 10 soggetti ipertesi, di cui 3 affetti anche da diabete mellito, sono stati documentati Indici di Resistenza intraparenchimali patologici (IR>0.7) a carico di entrambi i reni, in assenza di alterazioni critiche dell'arteria renale corrispondente.

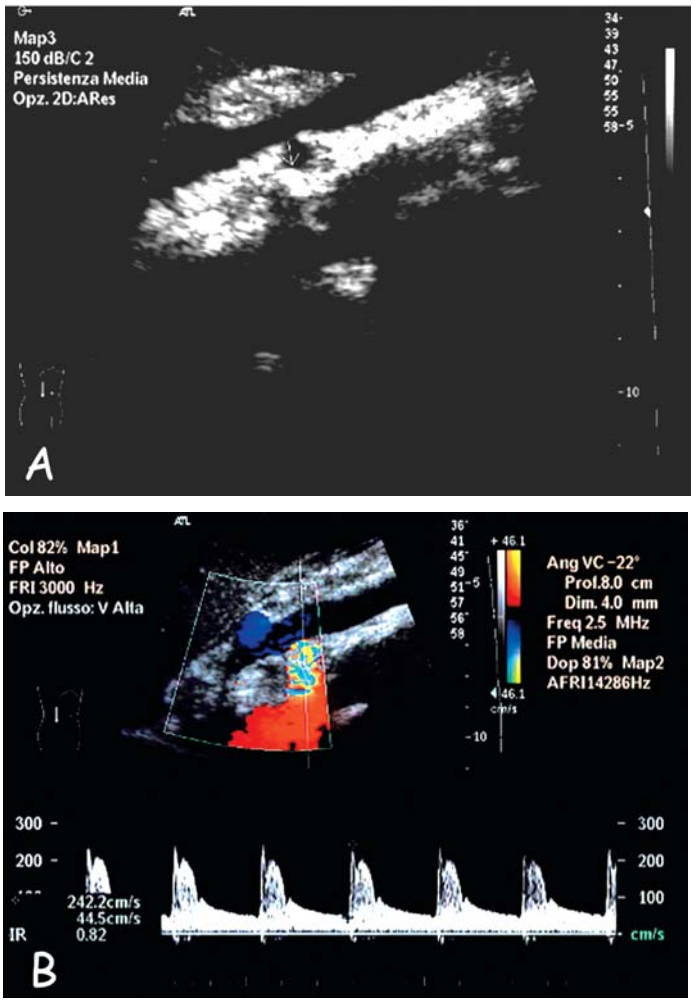


Fig. 2. A. Immagine in B-mode, all'origine dell'arteria renale destra è presente placca ateromasica calcifica. **B**. Al color Doppler è dimostrabile aliasing focale, all'analisi spettrale incremento focale della VPS (>240 cm/sec).

***Figure. 2. A**. B-mode image showing a calcified atheromatous plaque in the right renal artery ostium. **B**. Color Doppler demonstration of focal aliasing and spectral Doppler evidence of focal increase in the PSV (>240 cm/sec).*

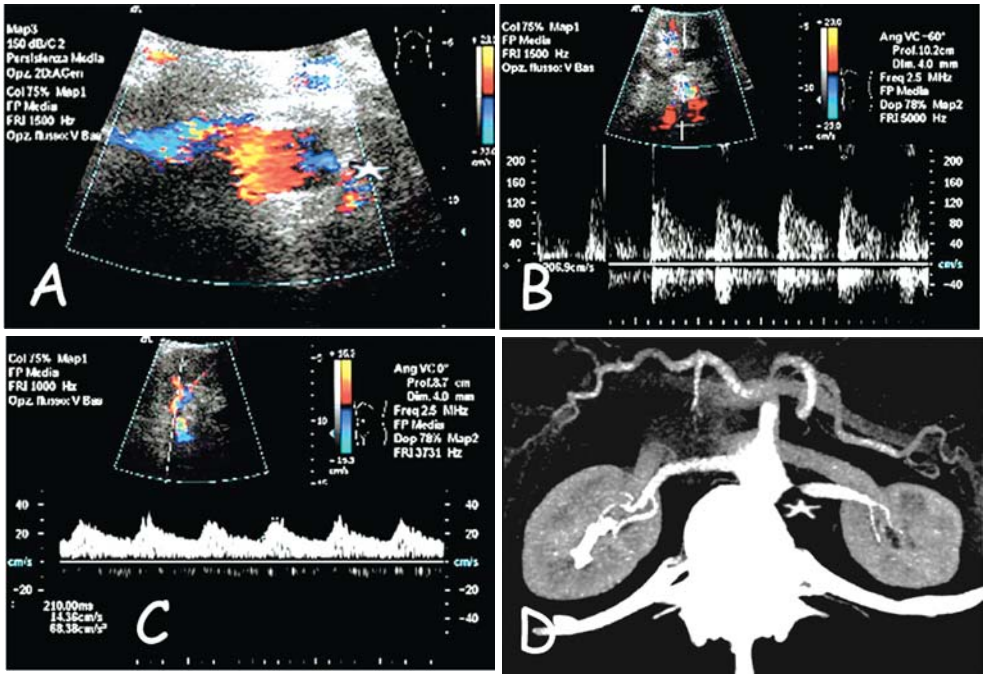


Fig. 3. Stenosi dell'arteria renale sinistra all'origine. **A**. Al color Doppler è dimostrabile aliasing focale *. **B**. All'analisi spettrale incremento focale della VPS ed aspetto demodulato del velocitogramma. **C**. Rene sinistro, ramo segmentale, all'analisi spettrale aspetto tardus-parvus del velocitogramma. **D**. L'esame TC conferma la stenosi dell'arteria renale sinistra *.

Figure 3. *Stenosis at the origin of the left renal artery stenosis.* ***A****. Color Doppler demonstrating focal aliasing **. **B****. Spectral Doppler ultrasound exam showing focal increase of the PSV and the demodulated aspect of the Doppler waveform.* ***C****. Spectral Doppler ultrasound exam of the left kidney: segmental branch [of the renal artery] characterized by Doppler waveforms with a tardus-parvus aspect.* ***D****. Stenosis of the left renal artery is confirmed by computed tomography **.*

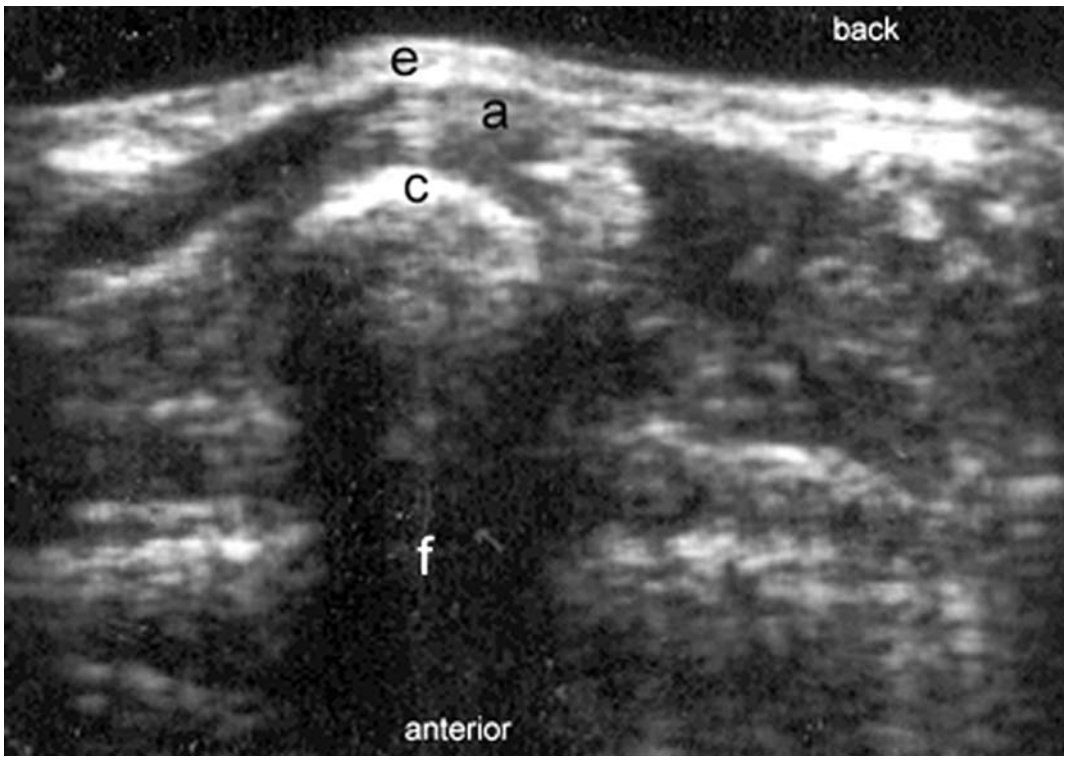


Fig. 4. Stenosi dell'arteria renale sinistra dopo l'origine. **A**. Al color Doppler è dimostrabile aliasing focale a carico dell'arteria renale sinistra *.
B. All'analisi spettrale incremento focale della VPS (>240cm/sec) ed aspetto demodulato del velocitogramma. **C**. Rene sinistro esame color Doppler.
D. Rene sinistro ramo segmentale, all'analisi spettrale aspetto tardus-parvus del velocitogramma.

Figure 4. *Stenosis of the left renal artery stenosis distal to the origin.* ***A****. Color Doppler shows focal aliasing * of the left renal artery.* ***B****. Spectral Doppler ultrasound exam showing focal increase of the PSV (>240 cm/sec) and the demodulated aspect of the Doppler waveform.* ***C****. Color Doppler examination of the left kidney.*
D*. Spectral Doppler ultrasound exam of the left kidney: segmental branch [of the renal artery] characterized by Doppler waveforms with a tardus-parvus aspect.*



Fig. 5. Stesso caso illustrato nella Fig. 3, dopo procedura di angioplastica. **A**. Esame angiografico prima e dopo procedura di angioplastica. **B**. Al color Doppler non è più dimostrabile aliasing focale. **C**. All'analisi spettrale, riduzione della VPS, persiste aspetto lievemente demodulato del velocitogramma. **D**. Scansione rene sinistro ramo segmentale, all'analisi spettrale aspetto regolare del velocitogramma.
Figure 5. *Post-angioplasty findings in the case illustrated in Fig. 3.* ***A****. Pre- and postoperative angiographic findings.* ***B****. Postoperative color Doppler study no longer reveals focal aliasing.* ***C****. Postoperative spectral Doppler ultrasound exam showing focal decrease of the PSV. The Doppler waveform is still slightly demodulated.* ***D****. Postoperative spectral Doppler ultrasound exam of the left kidney: segmental branch [of the renal artery] characterized by regular Doppler waveforms.*

DISCUSSIONE

Da almeno un decennio il color Doppler ed il Doppler pulsato sono utilizzati per la diagnosi dell'ipertensione nefrovascolare sia per il relativo basso costo della metodica che per l'assenza di rischi o complicazioni per il paziente.

Sono state proposte tecniche mirate allo studio delle arterie renali nel decorso extrarenale e valutati gli indici suggestivi dell'eventuale stenosi vascolare (4-9,12).

Contemporaneamente per superare le difficoltà di esecuzione proprie dell'esame diretto, sono stati proposti altri parametri flussimetrici, rilevabili all'esame delle arterie segmentali ed interlobari ed indicativi di una stenosi rilevante, a monte, a carico della corrispondente arteria renale (assenza del picco sistolico precoce - ESP, incremento tempo di accelerazione - At, differenza tra gli Indici di Resistività dei due reni 10-12). Secondo alcuni Autori (11) l'esame dei vasi intrarenali è agevole, richiede meno tempo, consente la documentazione di stenosi vascolari segmentali e di eventuali arterie accessorie patologiche.

A differenza degli studi degli anni novanta assai contrastanti tra loro, i lavori più recenti presentano risultati confrontabili e concordano, salvo rare eccezioni (4), nel confermare l'utilità della metodica nello screening di pazienti ipertesi.

Dalla Tab. II, relativa a lavori prospettici e revisioni di casistica in cui sono confrontati l'esame angiografico (gold standard) con il color Doppler/analisi spettrale delle arterie renali, si evince che l'esame ultrasonografico consente, ormai, uniformità di risultati in termini di accuratezza diagnostica.

Tali risultati scaturiscono dalla combinazione di pochi indici velocitometrici propri del Doppler pulsato, ma non esiste ancora consenso tra gli Autori né sui parametri più utili, né, per ogni indice, sui valori di "cut-off" appropriati ad evidenziare il risultato patologico.

Per quanto concerne la nostra iniziale esperienza preme sottolineare che è stato possibile eseguire una documentazione adeguata in 153 arterie renali su 212 (70%), dato in linea con quello degli Autori citati. Inoltre l'origine del vaso è risultata esaminabile anche nella maggior parte dei casi (50/59) in cui il meteorismo o la costituzione del soggetto ne hanno impedita la valutazione nei tratti a valle.

La dimostrazione di arterie renali accessorie è difficoltosa in quanto possono avere origine anche a distanza dal ramo principale ed usualmente sono di calibro sottile, evidenti solo in parte all'esame color Doppler.

In questi casi il Doppler pulsato è stato di ausilio per documentare tracciati tipici per questo tipo di vaso (flusso arterioso a bassa impedenza ben differenziabile da quello dei vasi muscolari).

La revisione di questa casistica clinica, non essendo uno studio controllato, non permette considerazioni sulla "sensibilità" della metodica nella popolazione studiata, peraltro, almeno in un soggetto (M.L.) in cui l'esame color Doppler era risultato sospetto, ma inconclusivo, la diagnosi è stata raggiunta agevolmente mediante TC spirale.

Riteniamo che l'esame "color Doppler/Doppler pulsato" delle arterie renali abbia una maggiore sensibilità e specificità diagnostica se associato alla valutazione dei vasi segmentali/interlobari corrispondenti. In particolare il rilievo di polso "tardus-parvus" ha confermato l'entità della stenosi dimostrata all'esame diretto in 2 pazienti (B.R., S.R.) ed è risultato il parametro diagnostico principale nel terzo soggetto (P.S.) in cui l'esame dell'arteria renale aveva documentato velocitogrammi di morfologia alterata, ma inadeguati a misure quantitative.

Il riscontro di Indici di Resistività intraparenchimali patologici (>0.7) è indicativo di un danno vascolare renale ormai instaurato (nefroangiosclerosi) (14), con riduzione della funzione dell'organo, inoltre, nel caso del diabete mellito, l'incremento degli Indici di Resistenza è correlato alla gravità della nefropatia diabetica.

A nostro parere, il color Doppler associato all'analisi spettrale mirata, proprio per le caratteristiche di ripetibilità, basso costo, assenza di controindicazioni, è attuabile ed efficace nello screening dell'ipertensione nefrovascolare, inoltre, rispetto ad altre metodiche più costose (RM) o invasive (angiografia), è proponibile ad una popolazione di pazienti meno selezionata, con la speranza di diagnosticare la patologia in uno stadio precoce, ed in soggetti con funzione renale ancora integra.

Tab. II. Dati della Letteratura: casistiche e risultati dell'esame color Doppler/Doppler pulsato delle arterie renali nella diagnosi di ipertensione nefrovascolare
Table II. *Published studies on the use of color/spectral Doppler sonography of the renal arteries in the diagnosis of nephrovascular hypertension*

Autori (anno, bibliografia)	**Pazienti** (arterie renali)	**Parametri** (VPS cm/sec, At ms, Ac m/sec^2)	**Risultati** (sensibilità/specificità)
De Haan MW et Al (2002, 4)	78 (156) fattibilità 93%	Stenosi >50% VPS>180 + RAR>3.5	Sensibilità = 50% Specificità = 91%
Hua HT et Al (2000, 5)	58 (107)	Stenosi >60% VPS>200 + RAR>3.5	VPS sens. = 91% VPS spec.= 75% RAR sens. = 72% RAR spec= 92%
Souza de Oliveira IR et Al (2000, 6)	48 (96)	Stenosi >50% VPS>150 + RAR>3.5 ESA<3 m/sec^2	VPS sens. = 83% VPS spec. = 89%
House MK et Al (1999, 7)	63 (125) fattibilità 87%	Stenosi >60% VPS>180 + RAR>3	Sensibilità = 85% Specificità = 76%
Voiculescu A et Al (2001, 8)	36 (72) fattibilità (86%)	Stenosi >60% VPS>200 + Delta - RI>0.05	VPS sens. = 75% Sensibilità = 96% Specificità = 89%
Motew SJ et Al (2000, 9)	41 (80)	Stenosi >60% VPS>200 + PST (aliasing)	Sensibilità = 91% Specificità = 96%
Ripolles T et Al (2001, 10)	65 (122)	Stenosi >75% AT>80 ms Ac<1 m/sec^2	Sensibilità = 89% Specificità = 99%
Johansson M et Al (2000, 11)	98 (196)	Stenosi >50% Ac<2.3 m/s^2 + Delta-P.I.>0.2	Sensibilità = 84% Specificità = 94%
Radermacher J et Al (2000, 12)	226 (452)	Stenosi >50% VPS>180 + VPS distale<1/4 o At>70 ms	Sensibilità = 96% Specificità = 98%

BIBLIOGRAFIA
REFERENCES

1) *NAPOLI V, PINTO F, BARTOLOZZI C. Nefropatie Vascolari-Aspetti ecografici: In: Barozzi L, Pavlica P, Santoro A, eds. Ecografia e Color Doppler in Nefrologia. Poletto Editore: Milano, 1999: 164-174*

2) *LEE HY, GRANT EG. Sonography in Renovascular Hypertension. Review Article. J Ultrasound Med 2002; 21: 431-441. Review*

3) *SOULEZ G, OLIVA VL, TURPIN S, LAMBERT R, NICOLET V, THERASSE E. Imaging of Renovascular Hypertension: Respective Values of Renal Scintigraphy, Renal Doppler US, and MR Angiography. Radiographics 2000; 20: 1355-1368*

4) *de HAAN MW, KROON AA, FLOBBE K et Al. Renovascular disease in patients with hypertension: detection with duplex ultrasound. J Hum Hypertens 2002; 16(7): 501-507*

5) *HUA HT, HOOD DB, JENSEN CC, HANKS SE, WEAVER FA. The use of colorflow duplex scanning to detect significant renal artery stenosis. Ann Vasc Surg 2000; 14(2): 118-124*

6) *SOUZA DE OLIVEIRA IR, WIDMAN A, MOLNAR LJ, FUKUSHIMA JT, PRAXEDES JN, CERRI GG. Color Doppler ultrasound: a new index improves the diagnosis of renal artery stenosis. Ultrasound Med Biol 2000; 26(1): 41-47*

7) *HOUSE MK, DOWLING RJ, KING P, GIBSON RN. Using Doppler sonography to reveal renal artery stenosis: an evaluation of optimal imaging parameters. AJR 1999; 173(3): 761-765*

8) *VOICULESCU A, HOFER M, HETZEL GR et Al. Noninvasive investigation for renal artery stenosis: contrast-enhanced magnetic resonance angiography and color Doppler sonography as compared to digital subtraction angiography. Clin Exp Hypertens 2001; 23(7): 521-531*

9) *MOTEW SJ, CHERR GS, CRAVEN TE et Al. Renal duplex sonography: main renal artery versus hilar analysis. J Vasc Surg 2000; 32(3): 462-469; 469-471*

10) *RIPOLLÈS T, ALIAGA R, MOROTE V et Al. Utility of intrarenal Doppler ultrasound in the diagnosis of renal artery stenosis. Eur J Radiol 2001; 40: 54-63*

11) *SEONG CK, KIM SH, SIM JS. Detection of Segmental Branch Renal Artery Stenosis by Doppler US: A Case Report. Korean J Radiol 2001; 2(1): 57-60*

12) *JOHANSSON M, JENSEN G, AURELL M et Al. Evaluation of duplex ultrasound and captopril renography for detection of renovascular hypertension. Kidney Int 2000; 58(2): 774-782*

13) *RADERMACHER J, CHAVAN A, SCHAFFER J et Al. Detection of significant renal artery stenosis with color Doppler sonography: combining extrarenal and intrarenal approaches to minimize technical failure. Clin Nephrol 2000; 53(5): 333-343*

14) *PAVLICA P, NAPOLI V, BAROZZI L, BARTOLOZZI C. Rene – Ipertensione arteriosa: In Bazzocchi M, ed. Eco Color Doppler in Medicina Interna. Idelson Gnocchi: Napoli, 1998: 548-554*