

# L'ECOGRAFIA E IL COLOR DOPPLER IN NEFROLOGIA. IL RENE NORMALE: ANATOMIA ECOGRAFICA, VASCOLARIZZAZIONE E ANOMALIE CONGENITE

Mario Meola<sup>1,2</sup>, Ilaria Petrucci<sup>2</sup>, Lisa Giovannini<sup>2</sup>, Sara Samoni<sup>2</sup>, Carolina Dellafiore<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Scuola Superiore S. Anna, Pisa

<sup>2</sup>U.O. Nefrologia Universitaria, Dipartimento di Medicina Interna, Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana, Pisa

<sup>3</sup>Istituto di Radiologia, Policlinico San Matteo-Università degli Studi di Pavia, Pavia

## Ultrasound and color Doppler applications in nephrology. The normal kidney: anatomy, vessels and congenital anomalies

*Gray-scale ultrasound is the diagnostic technique of choice in patients with suspected or known renal disease. Knowledge of the normal and abnormal sonographic morphology of the kidney and urinary tract is essential for a successful diagnosis. Conventional sonography must always be complemented by Doppler sampling of the principal arterial and venous vessels. B-mode scanning is performed with the patient in supine, prone or side position. The kidney can be imaged by the anterior, lateral or posterior approach using coronal, transverse and oblique scanning planes. Morphological parameters that must be evaluated are the coronal diameter, the parenchymal thickness and echogenicity, the structure and state of the urinary tract, and the presence of congenital anomalies that may mimic a pseudomass. The main renal artery and the hilar-intraparenchymal branches of the arterial and venous vessels should be accurately evaluated using color Doppler. Measurement of intraparenchymal resistance indices (IP, IR) provides an indirect and quantitative parameter of the stiffness and eutrophic or dystrophic remodeling of the intrarenal microvasculature. These parameters differ depending on age, diabetic and hypertensive disease, chronic renal glomerular disease, and interstitial, vascular and obstructive nephropathy.*

Conflict of interest: None

Financial support: None

### KEY WORDS:

Sonographic renal anatomy, Congenital kidney anomalies, Doppler of renal arteries, Doppler of renal vein, Renal ultrasound

### PAROLE CHIAVE:

Anatomia ecografica renale, Anomalie congenite del rene, Doppler arterie renali, Doppler vene renali, Ecografia renale

### Indirizzo degli Autori:

Prof. Mario Meola  
Scuola Superiore S. Anna  
U.O. Nefrologia Universitaria  
Dipartimento di Medicina Interna  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
Pisana  
Via Paradisa 2  
56126 Pisa  
e-mail: mmeola@int.med.unipi.it

## INTRODUZIONE

Una buona conoscenza dell'anatomia sistematica e topografica del rene, delle vie urinarie e del retroperitoneo è il presupposto indispensabile per apprendere l'anatomia ecografica comparata e affrontare le problematiche diagnostiche di un paziente con malattia renale. L'immagine ecografica convenzionale è la riproduzione bidimensionale di una scansione o di un piano di sezione che l'operatore esegue sul rene, come su altri visceri addominali, nei tre piani dello spazio, ossia sul piano sagittale o anteroposteriore, sul piano assiale o trasversale e sul piano latero-laterale frontale o coronale. Comparando il rene (e qualsiasi organo viscerale) a un buon salame di Varzi, si può

dire che l'immagine ecografica propone sul *monitor* una sequenza di tagli e sezioni non dissimili dalle fettine con cui può essere variamente sezionato un buon salame prima di essere gustato. Il grande impegno mentale dell'ecografista è quello di comporre tridimensionalmente in *real-time* le informazioni rilevate e di riportarle all'anatomia sistematica e topografica dell'organo o del sistema esplorato. Questo rende l'ecografia operatore-dipendente, ossia dipendente dalle conoscenze anatomiche e cliniche e dall'abilità manuale individuale. È chiaro che quanto maggiore è la conoscenza dell'anatomia normale tanto più rapida e semplice sarà la trasposizione mentale dell'immagine all'anatomia sistematica e topografica. Pertanto, nelle fasi di apprendistato, tutti gli aspiranti ecografisti

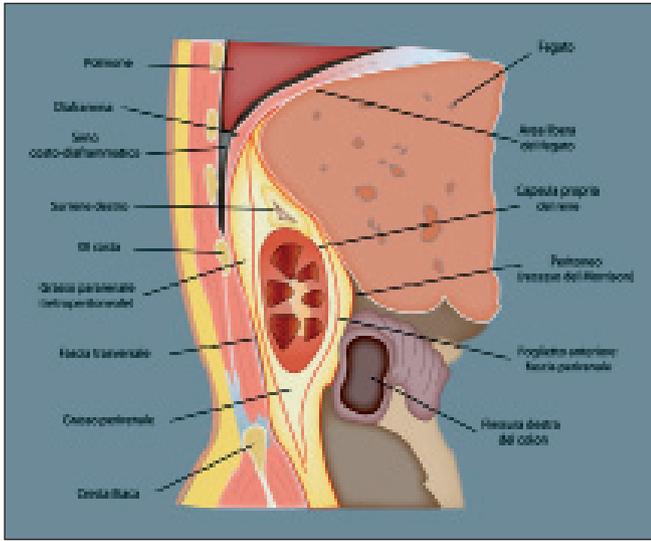


Fig. 1 - Anatomia del rene normale. Loggia renale e spazio perirenale sul piano frontale.

dovrebbero esercitarsi a lungo sul paziente normale per familiarizzare con l'anatomia ecografica al fine di imparare a riconoscere immediatamente i quadri morfologici non normali o patologici.

## ANATOMIA E RAPPORTI DEL RENE NATIVO NORMALE

Il rene è un organo retroperitoneale, pari e alloggiato nella fossa lombare. Sul piano frontale, è collocato più posteriormente rispetto alla colonna dorso-lombare e ai vasi del retroperitoneo mediano. Il rene è circondato da una capsula di grasso bruno, la capsula adiposa renale, determinata anteriormente dalla fascia di Gerota e contenuta nello spazio perirenale. Questo è uno spazio chiuso superiormente, medialmente e inferiormente da una fascia fibrosa, la **fascia perirenale**, costituita da un foglietto anteriore o di Gerota e da un foglietto posteriore o di Zuckerkandl (Fig. 1).

Travate fibrose connettono la fascia perirenale alla capsula propria frammentando ad alveare il grasso contenuto nello spazio perirenale. Questa particolarità anatomica giustifica l'autolimitazione degli ematomi perirenali secondari a traumi o a manovre iatrogene come la biopsia renale. La fascia perirenale è a sua volta circondata dal grasso bianco contenuto nello spazio pararenale anteriore e posteriore. Questo spazio, a differenza di quello perirenale, è in continuità con la loggia pancreatica e il cellulare lasso dello spazio retrocolico e dello scavo pelvico. Eventuali rotture traumatiche del rene associate a lacerazione della fascia perirenale causano inondazione emorragica dello spazio pararenale e hanno una prognosi molto

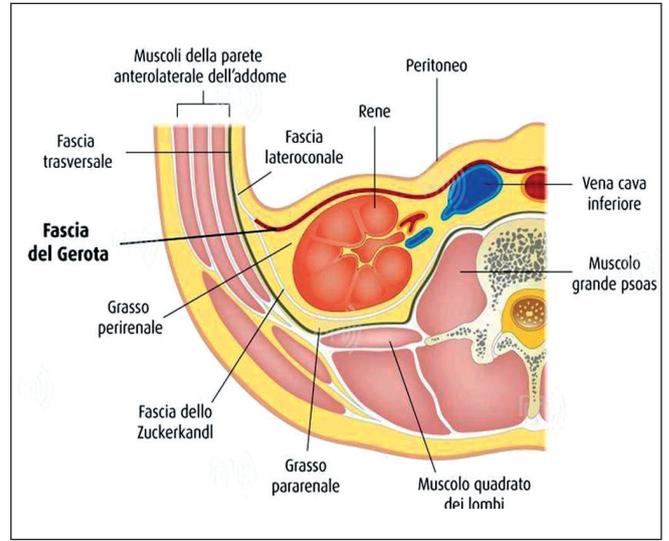
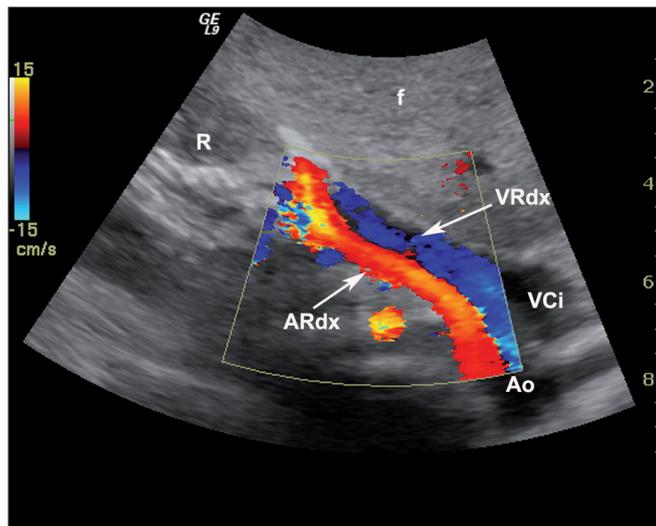


Fig. 2 - Anatomia del rene normale. Sezione assiale regione mesorenale destra. Anatomia della fascia perirenale e rapporti del rene con i muscoli della parete lombare.

severa. Gli spazi e le fasce peri/pararenale, mal riconoscibili con l'ecografia, sono ben caratterizzati dalla TC, in particolar modo in presenza di raccolte emorragiche o infiammatorie del retroperitoneo che causano ispessimento reattivo delle fasce (1).

Nella loggia lombare il rene è adagiato posteriormente sul pilastro lombocostale del diaframma (in proiezione sull'XI e sulla XII costa a sinistra e sulla XII costa a destra), sul muscolo quadrato dei lombi, sul muscolo psoas e sull'aponevrosi dei muscoli obliquo interno, esterno e trasverso (Fig. 2).

A destra, per i rapporti che contrae con il fegato, il rene è leggermente più basso di circa 2 cm. Il polo renale superiore è in rapporto con il surrene che, a destra, è disposto dietro il piano della vena cava inferiore, mentre a sinistra è più anteriore, quasi a ridosso dell'aorta. Anteriormente, il polo superiore destro è in rapporto con l'area nuda del fegato e il VII segmento epatico. A questo livello, il peritoneo parietale posteriore si riflette dalla loggia renale sul VII segmento epatico delimitando il recesso peritoneale di Morrison. La disposizione declive di questo spazio spiega perché le raccolte peritoneali di piccola entità tendano a confluire nel recesso e siano ben evidenti all'ecografia in decubito supino. Anteriormente, il mesorene destro prende rapporto con la "C" duodenale (regione dell'ilo renale), con la flessura destra del colon e in piccola parte con le anse del tenue. I rapporti con il colon, il duodeno e le anse intestinali rappresentano un ostacolo a una buona esplorazione ecografica del rene destro nelle scansioni oblique e trasversali sull'ilo. Anteriormente, il polo superiore del rene sinistro è in rapporto con la milza, lo stomaco e la retrocavità de-



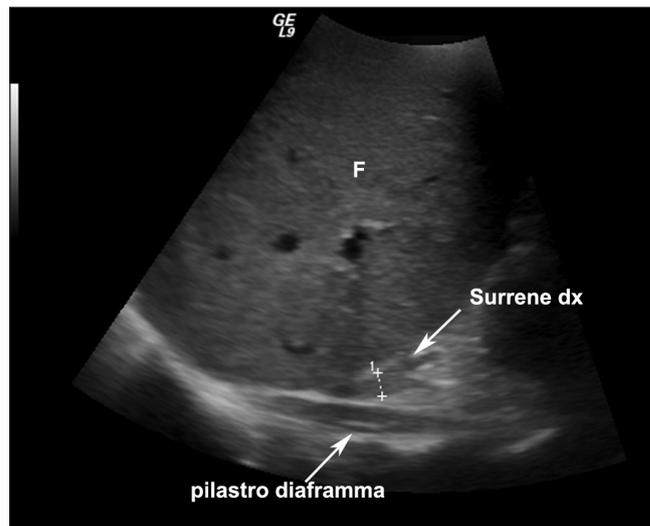
**Fig. 3 - Ilo renale destro.** Scansione obliqua sottocostale destra. Ilo renale e vasi. La pelvi è virtuale ed è disposta più in basso. Ao = aorta; VCi = vena cava inferiore; ARdx e VRdx = arteria e vena renale destra; f = VII segmento epatico; R = ilo renale.

gli epiploon e con la coda del pancreas che in alcuni soggetti raggiunge l'ilo renale. Il profilo anteriore del polo inferiore è invece in rapporto con il colon discendente e l'intestino tenue (1).

## TECNICA DI ESAME

L'ecografia del rene nativo si esegue con una sonda convex multifrequenza e una frequenza di trasmissione variabile da 2 a 5 MHz in base alla complessione fisica del paziente. La tecnica di esame prevede l'uso di scansioni longitudinali, coronali, trasversali e oblique e un approccio anteriore o addominale, posteriore o dorsale e laterale o lombare (2-7).

- Nell'approccio addominale anteriore, in decubito supino o laterale, il rene può essere studiato con scansioni longitudinali e oblique sottocostali, in apnea inspiratoria. L'approccio anteriore consente di evitare l'ostacolo dell'aria contenuta nel colon e nelle anse intestinali, sfruttando la finestra epatica. Nelle scansioni longitudinali anteriori, il rene assume una forma ellissoidale e l'anello parenchimale appare ininterrotto. Il diametro bipolare non coincide però esattamente con il diametro maggiore del rene per la disposizione spaziale dell'organo. Per questo, il diametro bipolare del rene determinato nella scansione longitudinale anteriore tende a essere sovrastimato o sottostimato. Nelle scansioni sottocostali sono disegnati l'ilo renale con il labbro anteriore e posteriore e i vasi renali e la pelvi disposta più in basso rispetto ai vasi renali (Fig. 3). A sinistra, l'interposizione



**Fig. 4 - Loggia surrenalica destra.** La scansione sottocostale ascendente in profonda inspirazione è indispensabile nella definizione dei rapporti topografici di un'eventuale massa surrenalica sinistra.

dello stomaco e della flessura colica rappresenta spesso un ostacolo insormontabile alla visualizzazione del rene nelle scansioni anteriori. Tuttavia, la scansione sottocostale ascendente in profonda inspirazione è indispensabile nella definizione dei rapporti topografici di un'eventuale massa surrenalica sinistra (Fig. 4).

- L'approccio dorsale, con il paziente in decubito prono, trova la sua principale indicazione nell'esecuzione di procedure mini-invasive ecoguidate come la biopsia renale e la pielostomia percutanea ed è consigliabile per esplorare il polo inferiore e il mesorene in presenza di intenso meteorismo e stasi colica.
- L'approccio lombare lungo la linea ascellare media e posteriore, con il paziente in decubito supino o laterale, permette una buona valutazione del rene destro e sinistro, in scansione coronale e trasversale. La scansione coronale sulla linea ascellare medio-posteriore è la più idonea per misurare in modo corretto e ripetibile il diametro bipolare e lo spessore cortico-midollare del rene (Fig. 5). Lo spessore parenchimale va determinato a ridosso dei calici del polo inferiore o superiore. Nella scansione coronale, la sonda va disposta obliquamente in senso postero-anteriore e cranio-caudale con lo scopo di seguire idealmente la disposizione anatomica del rene in loggia lombare. Ricordiamo, infatti, che l'asse maggiore del rene è obliquo dall'alto verso il basso sul piano frontale per l'anterotazione naturale del seno renale e obliquo in senso postero-anteriore sul piano sagittale per la lordosi lombare. Nelle scansioni trasversali il rene

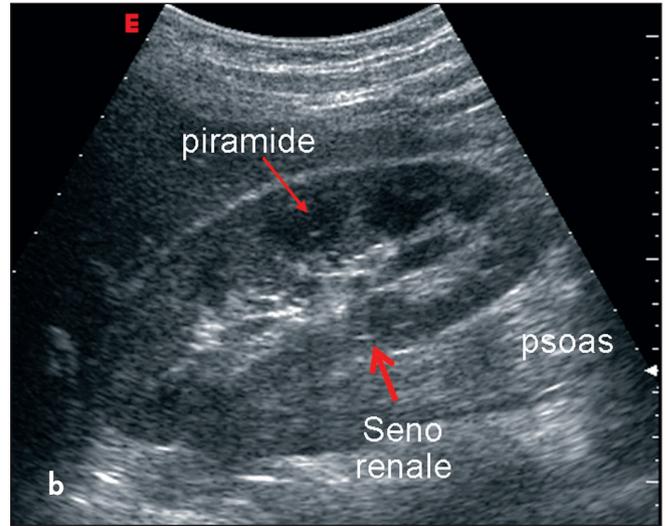
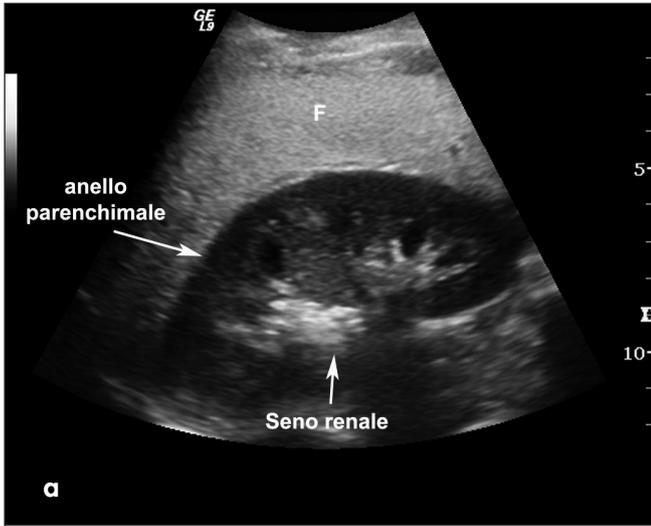


Fig. 5 a, b - Scansione coronale rene destro. Anatomia ecografica del rene. Sono ben riconoscibili le piramidi, le colonne midollari del Bertin (a) e la corticale esterna iperecogena rispetto alla midollare. Il seno renale ricco di interfacce mostra margini irregolari e frastagliati ed appare intensamente iperecogeno (b). F = fegato.

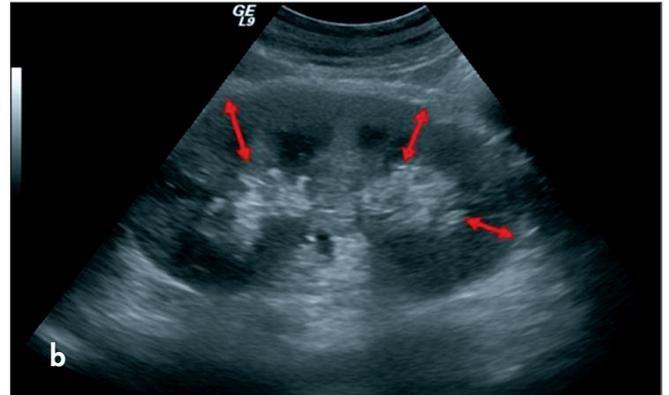
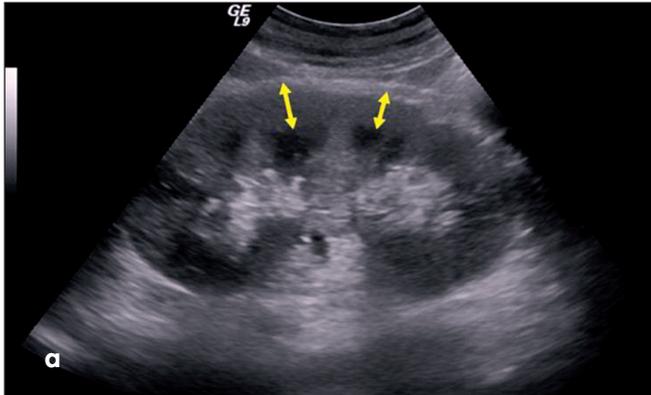


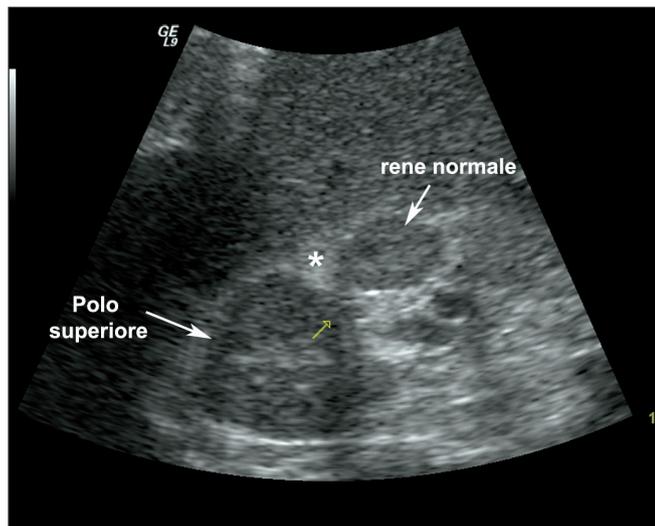
Fig. 6 a, b - Scansione coronale rene destro. Spessore corticale (a) e cortico-midollare (b) misurato a ridosso del polo inferiore.

assume un aspetto ad anello incompleto, aperto antero-medialmente sull'ilo renale. L'approccio lombare permette di valutare la zona centrale pielo-vascolare, il giunto pielo-ureterale, il terzo prossimale dell'uretere, le strutture calico-pieliche e l'ilo renale.

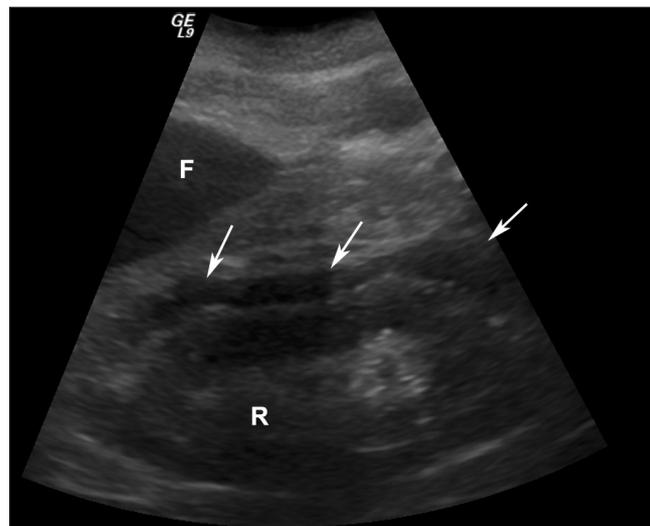
### ANATOMIA ECOGRAFICA NORMALE E VARIANTI ANATOMICHE

Il diametro coronale del rene normale varia da 9 a 12 cm (8-10). Nelle scansioni trasversali sull'ilo renale, il diametro trasversale misura 5-6 cm, mentre il diametro antero-posteriore misura 4-5 cm. Il limite inferiore normale del diametro bipolare è di circa 9 cm (9). In ogni caso, prima di parlare di riduzione volumetrica del rene, è indispensabile che il diametro bipolare misurato nella scansione coronale sia rapportato all'età,

alla complessione fisica e all'indice di massa corporea individuale. In un soggetto normotipo, un rene con diametro longitudinale <8 cm è sicuramente un rene di dimensioni ridotte. Lo **spessore cortico-midollare** varia nel soggetto normale da 16 a 20 mm (8-10). Uno spessore parenchimale <13 mm rappresenta una controindicazione assoluta alla biopsia renale. La **capsula propria del rene** non è facilmente distinguibile dalla fascia e dal grasso perirenale, tuttavia il **contorno del rene normale** mostra un andamento regolare. Nelle scansioni coronali, la regolarità del profilo del polo superiore può essere interrotta da una formazione triangolare iperecogena, detta triangolo iperecogeno renale (Fig. 7). Il triangolo iperecogeno si forma a causa di un'incompleta fusione di due lobuli renali adiacenti del rene metanefrico. Questa consente a un fittone di grasso del seno renale di continuare verso l'esterno con la capsula adiposa (4, 5). Il triangolo iperecogeno è anche detto difetto giunzionale e può essere localizzato anche



**Fig. 7 - Scansione coronale rene destro.** Triangolo iperecogeno polare superiore. La continuità del grasso del seno con il grasso perirenale taglia il polo generando una falsa immagine di pseudomassa e di ipertrofia nodulare. (\*) triangolo iperecogeno. Freccia piccola = tramite di continuità con il seno renale.



**Fig. 8 - Rene terminale.** Alone ipoecogeno perirenale nel rene terminale.

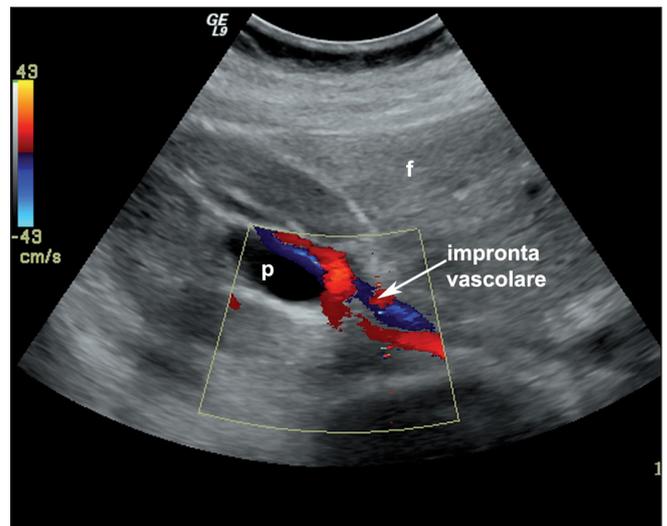
sul profilo del polo inferiore. La continuità del triangolo con il seno renale deve essere attentamente ricercata, poiché consente di differenziare prontamente questa anomalia da una cicatrice parenchimale o da un angiomiolipoma. Talora, nei pazienti con rene terminale, il grasso perirenale può mostrare un'ecogenicità ridotta e simulare una raccolta perirenale o il falso contorno di un rene normale (Fig. 8). Tutte le scansioni descritte offrono informazioni utili per valutare la morfologia, il disegno cortico-midollare, l'ecogenicità parenchimale (comparata fra rene e fegato a destra e fra rene e milza a sinistra) e la mobilità respiratoria naturale e preternaturale del rene. Se in decubito supino il polo superiore del rene destro si allontana dalla loggia surrenalica e dal pilastro lombocostale del diaframma di due corpi vertebrali (il riferimento anatomico è rappresentato dai coni d'ombra dei processi trasversi delle vertebre), si può ragionevolmente parlare di **ptosi renale**. Questa andrà confermata in ortostatismo valutando la medializzazione e la discesa del rene in senso cranio-caudale. A differenza del rene ectopico, il **rene mobile** o **ptosico** ha un uretere di normale lunghezza che all'esame contrastografico appare tortuoso. La ptosi è comunemente asintomatica ma può causare o per ostruzione intermittente o per eccessiva assunzione di liquidi una sintomatologia dolorosa tipo colica reno-ureterale. In ecografia *B-Mode*, l'**ecogenicità** della corticale e delle colonne midollari del Bertin è inferiore rispetto a quella del fegato e della milza e modestamente superiore rispetto a quella della midollare. Il seno renale è iperecogeno e i suoi margini, che coincidono con i fornici dei calici minori e gli apici delle piramidi renali, appaiono irregolari e frastagliati (7, 11, 12).

Una quantità variabile di tessuto fibroadiposo circonda la pelvi renale, i calici e i rispettivi infundibuli. Nei casi in cui il tessuto fibroadiposo del seno è esuberante, la pelvi renale è compressa e gli infundibuli sono allungati e stirati. L'obesità nell'anziano è la causa principale della **sclerolipomatosi del seno** (4-8). Nel soggetto giovane, a volte, il tessuto fibroadiposo del seno può avere un'ecogenicità medio-bassa e simulare un urotelioma della pelvi, un'idronefrosi o un grappolo di cisti parapieliche. Talora, anche gli esiti cicatriziali di un'infezione cronica, soprattutto se questa è associata a litiasi, possono simulare una lipomatosi asimmetrica del seno. Un'ectasia dei vasi venosi del seno o un grappolo di cisti parapieliche possono viceversa simulare una dilatazione della pelvi. L'apertura del *box* colore e il campionamento spettrale di flusso venoso consentono la diagnosi differenziale nel primo caso, mentre l'assenza di comunicazioni fra le singole lacune cistiche è dirimente nel secondo caso. Una **pelvi extrarenale** può simulare una dilatazione e/o un'anomalia del giunto. Le piramidi renali, interpolare con le colonne del Bertin, sono ipo-anecegene e, in alcune scansioni ecografiche, possono essere facilmente confuse con microcisti o diverticoli caliceali. Nei pazienti anziani con malattia aterosclerotica diffusa, le arterie arciformi a livello della giunzione cortico-midollare possono presentarsi come sottili interfacce iperecogene ed essere confuse con microcalcoli o fibrocalcificazioni midollari. Occasionalmente, piccoli foci iperecogeni, definiti pittorescamente "*Unidentified Bright Objects*" (UBO's), possono essere riscontrati nel contesto del parenchima (13). Questi "*spots*" ipereco-

geni si accompagnano frequentemente ad artefatti di riverberazione, mentre il cono acustico posteriore è di solito assente. Le possibili cause degli UBO's possono essere rappresentate da piccoli foci litiasici a livello dell'apice della papilla (corpi di Randall), microcisti, piccoli diverticoli caliceali con parete calcifica o latte calcico endoluminale, piccoli angiomiolipomi calcifici o fibrocalcificazioni delle arteriole (13). La pelvi e i calici maggiori e minori sono usualmente virtuali e non evidenzibili con l'ecografia B-Mode. Possono disegnarsi per cause fisiologiche come l'iperidratazione, l'iper-replezione vescicale, la gravidanza o l'abuso di antispastici oppure per ipotonia dello strato elastomuscolare o per un incrocio con vasi anomali. In questi casi, il sistema escretore intrarenale si disegna e le esili cavità ipo-aneogene che percorrono il seno renale e che corrispondono alle vie escrettrici presentano una parete estremamente sottile. La presenza di calici complessi derivanti dalla fusione di più calici minori è una frequente anomalia delle aree polari (in particolare del polo superiore) e può simulare una pseudomassa. Il **reflusso intrarenale** si manifesta più frequentemente nei calici complessi poiché gli orifizi dei dotti collettori nell'area cribrosa sono oblunghi rispetto a quelli dei calici semplici e pertanto più facilmente soggetti a reflusso intraparenchimale. Questo spiega la tendenza della nefropatia da reflusso a determinare cicatrici più severe nelle aree polari del rene (13, 14). Raramente una papilla renale può essere ectopica o aberrante e protrudere in un calice in un modo inusuale. Questa anomalia non è sintomatica, ma può generare confusione con lesioni espansive (polipi, neoplasie, coaguli). Il rene normale nell'uomo conta da 10 a 14 calici minori. La **policalicosi** è un'anomalia congenita caratterizzata da un eccessivo numero di calici. Essa si associa a una **megacalicosi congenita** che può interessare anche settorialmente il rene.

La giunzione pielo-ureterale e l'uretere sono raramente identificabili in condizioni normali. L'arteria renale o i rami segmentari, così come la vena renale, possono causare **compressioni pielo-caliceali** e difetti di riempimento ben evidenti in urografia. Raramente, un'ematuria può essere associata alla compressione dell'uretere e/o dei calici maggiori da parte di un vaso anomalo. Quando il paziente è in iperidratazione, l'impronta vascolare sull'uretere può scatenare un dolore di tipo colico. L'impronta vascolare può interessare anche l'infundibolo del calice principale medio-superiore, generando una classica sequenza di sintomi dolorosi (*sindrome di Fraley*) (Fig. 9) (13). In questi casi, l'apertura del box colore a livello dell'ilo dopo l'iperidratazione consente di individuare la presenza di incroci vascolari con la pelvi o i calici maggiori.

Nello scavo pelvico la **vescica** ripiena di urina ha una forma rotondeggiante, simmetrica, più oblunga in



**Fig. 9 - Plectasia intrasinusale da impronta vascolare.** Scansione obliqua sottocostale destra. È ben evidente l'impronta del ramo anteriore dell'arteria renale principale e della vena satellite sul giunto pielo-ureterale.

senso sagittale nel maschio e più svasata sull'asse trasversale nella donna. Gli sbocchi ureterali sono simmetrici e non beanti, ben evidenti nelle scansioni trasversali ai lati del trigono e nelle scansioni oblique sulla parete laterale. L'apertura del box colore sugli orifizi ureterali consente di osservare l'arrivo del bolo urinario in vescica. Il fenomeno è un artefatto color Doppler generato dalla velocità con cui la peristalsi ureterale (60 mmHg) riversa il bolo di urina in vescica. Il fenomeno, noto come **jet phenomenon**, ha una ritmicità e una durata ben valutabili con il campionamento color Doppler dell'area trigonale (3-4 jet al minuto, durata media di 5-6 secondi). Altre varianti anatomiche possono creare un'immagine ecografica di **pseudo tumore** come l'ipertrofia della colonna mesorenale del Bertin, il rene a dromedario, le lobulazioni fetali e l'ipertrofia focale compensatoria. La **colonna mesorenale** del Bertin definisce anatomicamente la colonna parenchimale che suddivide una pelvi bifida (Fig. 10). La colonna si affonda dalla corticale verso il seno renale e nelle scansioni coronali od oblique può simulare una massa. L'omogeneità della colonna mesorenale rispetto al parenchima delle aree adiacenti, la mancata alterazione del profilo capsulare e la disposizione raggiata, centrifuga e regolare dei vasi arteriosi e venosi sono tutti segni utili per la diagnosi differenziale (15). Il **rene "a dromedario"** definisce una deformità dell'area mesorenale conseguente ai rapporti di contiguità del rene con il fegato e la milza. Nella "gobba" la struttura parenchimale è omogenea e il circolo intrarenale è regolare. Le **lobulazioni fetali** rappresentano la persistenza delle lobulazioni embrionali del rene. Devono essere differenziate dalle cicatrici ("scars") da pielonefrite segmentaria e il segno che consente la diagnosi differenziale



Fig. 10 - Ipertrafia della colonna mesorenale del Bertin. Scansione coronale rene sinistro.

è rappresentato dalla presenza di parenchima omogeneo al di sotto dell'incisura capsulare e dall'assenza di calici distorti e dilatati. L'**ipertrafia segmentaria compensatoria** consegue in genere a una pielonefrite cronica multifocale. Si caratterizza per l'alternanza di grossolane cicatrici con aree pseudonodulari di rigenerazione compensatoria. La diagnosi differenziale con l'ecografia convenzionale è difficoltosa. Il campionamento CD non mostra alterazioni rilevanti della geometria vascolare nel contesto del nodulo (13, 14).

### TEST DI VERIFICA

#### 1) Lo spazio perirenale è uno:

- Spazio del retroperitoneo mediano confinante con il rene destro e sinistro
- Spazio delimitato da una piega del peritoneo parietale posteriore che si riflette sul profilo anteriore del rene
- Spazio del retroperitoneo in cui sono contenuti la pelvi e l'uretere
- Spazio chiuso del retroperitoneo laterale o lombare delimitato da una fascia fibrosa e contenente il rene, la capsula adiposa renale delimitata, anteriormente, dalla fascia di Gerota e il surrene
- Spazio retroperitoneale che contiene il pancreas e le ghiandole surrenaliche.

#### 2) Su quali muscoli riposa posteriormente il rene normale?

- Obliquo esterno e interno e muscolo trasverso
- Muscoli lungo spinale e gran dorsale

- Muscolo quadrato dei lombi e grande psoas
- Muscolo quadrato dei lombi
- Muscolo iliaco.

#### 3) Qual è il diametro bipolare del rene adulto nelle popolazioni europee?

- 10-12 cm
- 9-11 cm
- 8-10 cm
- 12-14 cm
- <9 cm.

#### 4) La discrepanza di diametro fra i due reni, considerata la variabilità interpersonale di misurazione, non è realmente indicativa di asimmetria se è:

- <1 cm
- ≤2 cm
- ≤3 cm
- ≤2.5 cm
- ≤0.5 cm.

#### 5) Qual è la normale ecogenicità del rene?

- La corticale è ipoecogena rispetto alla midollare e questa è iperecogena rispetto al seno renale
- L'ecogenicità del parenchima è uniforme e poco superiore rispetto a quella del seno renale
- L'ecogenicità del parenchima è uniforme e inferiore rispetto a quella del fegato e della milza
- La corticale è marcatamente iperecogena, come il seno renale; le piramidi sono ipoecogene e globose
- L'ecogenicità della corticale è uguale o superiore a quella del fegato e della milza; le piramidi midollari sono più ipoecogene rispetto alla corticale.

#### 6) Quali fra queste anomalie congenite possono simulare più facilmente una pseudomassa?

- Il difetto giunzionale, le lobulazioni fetali
- La pelvi extrasinusale, la giuntopatia con impropria vascolare
- Il rene a dromedario, l'ipertrafia della colonna mesorenale del Bertin, il rene ectopico e malformato, l'ipertrafia segmentaria da pielonefrite cronica
- Il rene ptosico, il doppio distretto competo, la policalicosi
- La sclerolipomatosi del seno.

### ECO-COLOR DOPPLER DEI VASI RENALI

#### Il circolo arterioso

Il circolo arterioso renale è un circolo di **tipo terminale**. Le arterie renali originano dalla parete antero-

laterale dell'aorta a circa 1.5-2 cm dall'arteria mesenterica superiore. L'arteria renale destra si dirige in fuori e posteriormente, descrivendo una curva a convessità anteriore, e raggiunge l'ilo renale dopo aver incrociato posteriormente la vena cava inferiore (Fig. 11). L'arteria renale sinistra origina dal profilo postero-laterale dell'aorta, decorre posteriormente alla vena omolaterale e si affonda obliquamente verso la fossa lombare. All'ilo, le arterie renali si suddividono in un ramo anteriore e in uno posteriore. Il primo dà origine a quattro rami segmentali destinati al polo superiore, al segmento antero-superiore, al segmento antero-inferiore e al polo inferiore. Il ramo posteriore irroro la regione posteriore del rene. Le arterie renali danno origine a pochi rami collaterali: le arterie surrenaliche inferiori, le arterie ureterali superiori e alcuni rami capsulari. In caso di stenosi del ramo principale queste arterie possono riabitare il parenchima renale con un flusso retrogrado vicario. Fra le molteplici e frequenti **varianti anatomiche arteriose** sono da ricordare le arterie soprannumerarie che originano dal ramo principale o dall'aorta. All'esame autoptico, si riscontrano due arterie renali in più del 20% dei casi e tre o più arterie nel 4% dei casi (1).

La **curva velocità/tempo** che si registra nell'arteria renale principale è una **curva "a bassa resistenza"** (Fig. 11). Il fronte di ascesa sistolico è rapido ed è seguito da una dolce e progressiva decelerazione segnata da rapide modulazioni e da un flusso telediastolico rilevante (velocità diastolica 30-40 cm/s). L'elevata componente continua del flusso corrisponde a un basso indice di resistenza (IR) e di pulsatilità (IP) e a un alto flusso sanguigno renale (circa 600-650 mL/min per rene). Le arterie segmentali, interlobari e arcuate mostrano un IR <0.60 nel soggetto normale e un tracciato più smussato, attenuato e con un picco sistolico più prolungato e meno acuminato rispetto all'arteria principale (Fig. 11). La velocità di picco sistolico (VPS) in arteria renale varia da 60 a 120 cm/s. Tuttavia, esistono condizioni fisiologiche (soggetti giovani), para-fisiologiche (*kinking*) o patologiche (circolo iperdinamico da ipertiroidismo) che determinano un aumento della VPS anche in assenza di stenosi significativa dell'arteria renale. Per tale motivo, una **VPS di 100±40 cm/s** in arteria renale principale viene considerata normale (4, 16, 17).

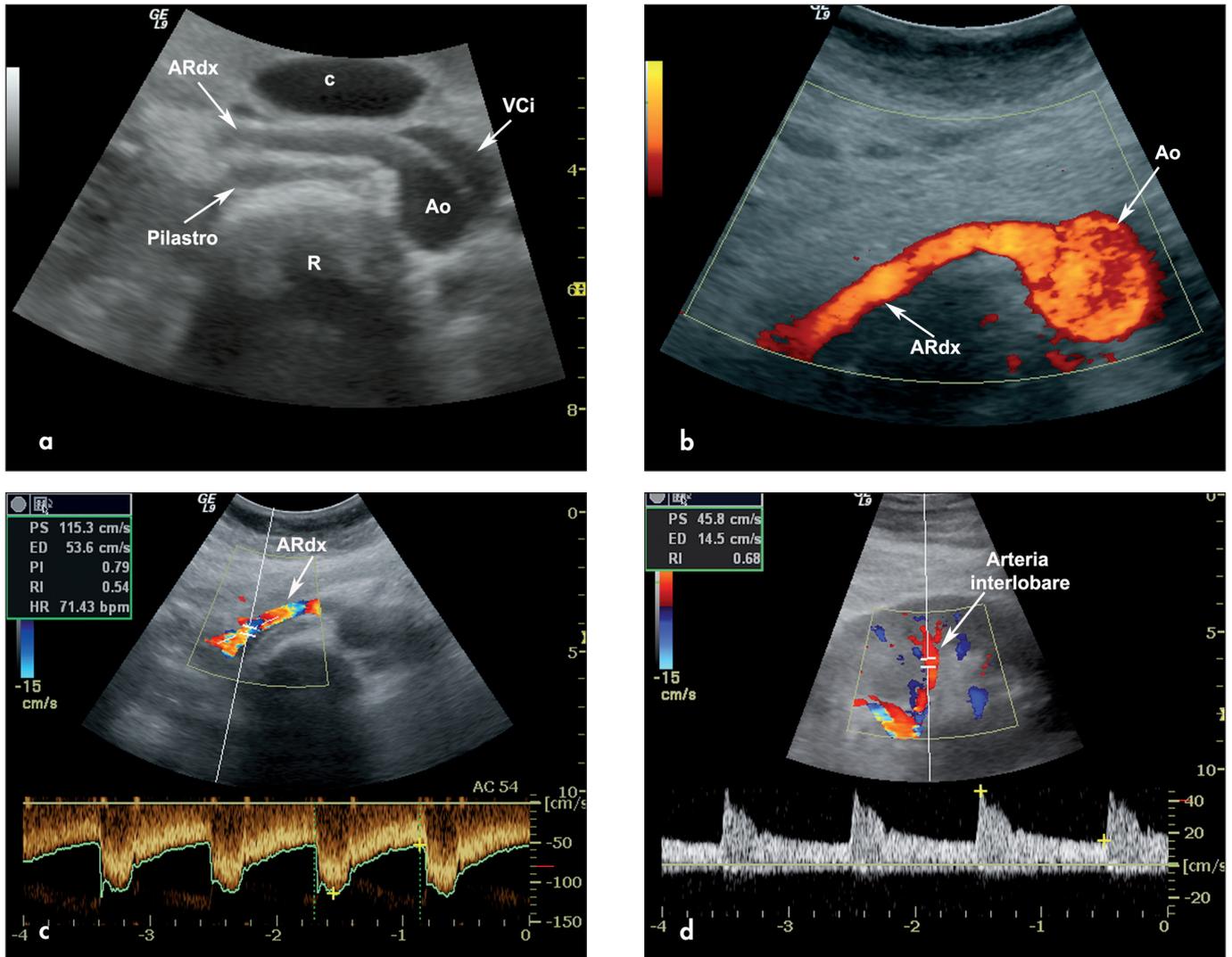
### Il circolo venoso

Il sistema venoso renale differisce in modo sostanziale da quello arterioso per la presenza di **anastomosi intrarenali libere**. A livello della corticale il sangue dei capillari peritubulari viene drenato dalle vene stellate che confluiscono nelle vene interlobulari. Queste drenano in successione nelle vene arcuate e nelle vene interlobari principali (superiore, ilare e inferiore) seguen-

do il disegno generale del circolo arterioso. Le vene interlobari, unendosi all'ilo, formano la vena renale. La vena renale destra concorre occasionalmente con un ramo a formare la vena *azygos* e si riversa nella vena cava inferiore dopo un breve tragitto di 2-2.5 cm a livello di L<sub>2</sub>. La vena renale sinistra, più lunga (6-10 cm), si apre in vena cava a un livello leggermente superiore, dopo un tragitto più complesso che la vede impegnarsi nella pinza aorto-mesenterica. La vena renale sinistra riceve la vena surrenalica e la vena gonadica ed è in connessione con il sistema *emiazygos* e lombare ascendente (arcata *renoazygos*-lombare). A destra la vena surrenalica e quella gonadica sboccano direttamente in vena cava. Contrariamente a quanto avviene in altre parti del corpo, le anomalie delle vene renali (vene renali multiple, vena renale sinistra retroaortica, vena renale circumaortica ad anello, persistenza della vena cardinale sinistra comunicante con la vena renale) sono molto più rare di quelle delle arterie. Nel complesso, il circolo venoso renale costituisce un'efficiente via di deflusso per la presenza di numerose anastomosi intrarenali ed extrarenali (1). Pertanto l'ostruzione della vena principale causa raramente un infarto renale. Al campionamento spettrale, le **vene renali** mostrano un tracciato **modulato, multifasico** e molto simile a quello della vena cava inferiore (modulazione auricolare e respiratoria). Queste modulazioni sono meno evidenti nella vena renale sinistra a causa dell'incarceramento nel compasso aorto-mesenterico. Il cambiamento di decubito libera comunemente la vena e permette il ritorno di queste modulazioni. Le **vene renali** mostrano un tracciato **continuo**, multifasico, molto simile a quello della vena cava inferiore. Queste modulazioni sono meno evidenti nella vena renale sinistra a causa dell'incarceramento nel compasso aorto-mesenterico. Il decubito laterale destro libera comunemente la vena e permette il ritorno di queste modulazioni (4, 18).

### Tecnica di esame

La preparazione del paziente è fondamentale per una corretta valutazione delle arterie renali. Il digiuno protratto (>8 ore), associato a una dieta povera di fibre, riduce le indicazioni dei farmaci antimeteorici. Lo studio delle arterie renali impone una strategia che tenda a eliminare la percentuale di insuccessi. È ben evidente che, nei pazienti impegnati e non collaboranti per insufficienza cardiorespiratoria o con complessione fisica difficile per obesità patologica, non sempre il campionamento risulta completo e soddisfacente (2-8). La difficoltà dell'esame CD delle arterie renali deriva anche dalla frequenza di vasi anomali (20%-25%) e dalla necessità di dover esplorare l'intero tragitto delle arterie renali. Infatti, le variazioni emodinamiche indotte dalla stenosi tendono a esaurirsi dopo



**Fig. 11 a, b, c, d - Arteria renale.** (a) Scansione obliqua sottocostale destra. L'arteria renale destra origina dal profilo anteriore dell'aorta (Ao) e si dirige verso la fossa lombare dinanzi al pilastro mediale del diaframma e dietro la vena cava inferiore (VCi). R = rachide, c = colecisti. (b) Scansione power Doppler sull'emergenza dell'arteria renale dx (ARdx). (c) Curva V/t registrata in arteria renale destra. (d) Curva V/t registrata in arteria interlobare per il calcolo degli indici di resistenza intraparenchimali.

1-2 cm, per cui diventa indispensabile campionare il tratto ostiale-paraostiale per documentare una stenosi aterosclerotica e il segmento medio-distale per evidenziare una stenosi fibrodisplastica (4, 18-20). L'arteria renale può essere campionata con approcci angolari diversi, più o meno utili per la registrazione dei parametri velocitometrici: 1) scansioni trasversali o assiali sul peduncolo di origine, in sede epimesogastrica, 2) scansioni sottocostali ascendenti in decubito laterale, 3) scansioni coronali sull'aorta in decubito laterale sinistro e 4) scansioni coronali sul rene e sull'ilo renale. La scansione assiale consente di individuare il peduncolo di origine di entrambe le arterie renali, i rapporti anatomici con la vena omolaterale e la presenza di arterie accessorie. Nelle scansioni sottocostali ascendenti, in decubito semilaterale destro o sinistro, l'arteria renale

destra e sinistra si dispiegano in tutta la loro lunghezza e possono essere campionate con angoli idonei (<40°). La scansione coronale sull'aorta in decubito laterale sinistro è sicuramente una delle scansioni più spettacolari, poiché consente di individuare l'ostio di entrambe le arterie "di infilata" e di definire eventuali rami soprannumerari e gli stretti rapporti che l'aorta e i vasi renali contraggono con i pilastri mediali del diaframma. I vantaggi pratici di quest'ultima scansione sono rappresentati dalla possibilità di campionare l'ostio di entrambe le arterie con angoli di insonazione molto bassi (<20°-25°). Non sempre la complessione fisica del paziente permette di ottenere ottime immagini pur disponendo di sonde multifrequenza. La scansione coronale sul rene a livello della linea ascellare medio-posteriore offre una visione panoramica del

rene, dell'arteria, della vena e dei vasi segmentari e intraparenchimali che si irradiano dall'ilo renale verso il parenchima periferico. In questa scansione le arterie si colorano in "rosso" (flusso centrifugo) mentre le vene si colorano in "blu", poiché mostrano un flusso in allontanamento rispetto alla sonda. Le immagini sono spettacolari e, obliquando leggermente la sonda sul versante mediale, diventa spesso possibile seguire l'intero tragitto dell'arteria sino alla sua origine dall'aorta. Questa scansione consente di campionare rapidamente le arterie interlobari a ridosso della colonna mesorenale e di calcolare gli indici di resistenza (4, 16-20).

Nella pratica quotidiana, la durata dell'esame CD delle arterie renali impegna l'ecografista per un tempo variabile secondo l'esperienza (formazione) e il numero di esami eseguiti quotidianamente (allenamento). Un buon ecografista impiega in genere non più di 15-20 minuti (*range* 5-20 minuti) per l'esame completo delle arterie renali. Questo rappresenta il tempo limite oltre il quale chi scrive consiglia di soprassedere all'esame e di ripeterlo dopo una *toilette* intestinale e una preparazione più adeguata. Il livello di "concentrazione" e la "pazienza" tendono a ridursi rapidamente di fronte a un paziente difficile, mal preparato e a digiuno non protratto. Le scansioni descritte impongono naturalmente l'uso alternato o combinato del *B-Mode*, del *CD/Power Doppler* (PD) e del *duplex* per l'analisi spettrale. In genere, lo studio del tratto paraostiale e iniziale del vaso è sufficiente per svelare la gran parte delle stenosi aterosclerotiche, mentre lo studio del tratto medio e peri-ilare è indispensabile per lo studio delle stenosi fibrodisplastiche (18-20). Un suggerimento che può essere molto utile per chi intraprende questo tipo di indagine diagnostica è quello di iniziare l'esame in *B-Mode* per individuare tutte le strutture vascolari presenti nell'area di interesse. La successiva apertura del *box* colore aiuta a definire l'origine e il decorso dell'arteria, per ottenere il campionamento della curva spettrale. Per standardizzare la tecnica e ottenere risultati ripetibili è indispensabile che l'operatore ponga la massima cura nell'impostazione delle funzioni Doppler: PRF (fra 1.5 e 3 KHz), apertura del *box* colore, guadagno, profondità di campo e filtro. Se l'impostazione delle funzioni è corretta, l'immagine CD sarà pulita e mostrerà una mappa colorimetrica rosso/blu uniforme, priva di sovrasaturazione. Diventerà così molto più semplice nella tappa successiva disporre il volume campione per registrare la curva velocità/tempo (V/t). Se la mappa colorimetrica è omogenea e uniforme e la curva V/t segna una VPS <100 cm/s l'esame dell'arteria renale può considerarsi normale. La comparsa di *aliasing* colore al campionamento CD in un tratto del vaso (effetto mosaico) è un artefatto utile che indica la necessità di campionare ripetutamente e con angoli di insonazione ottimali quel segmento di vaso al fine

di individuare eventuali stenosi. Naturalmente, la comparsa di *aliasing* nella curva spettrale (ribaltamento della curva delle velocità sul versante opposto della linea 0) è un artefatto altrettanto utile che impone il riaggiustamento della PRF, ma che indica la presenza di un'accelerazione più o meno critica.

L'apertura del *box* colore sul parenchima renale evidenzia una ricca trama vascolare disposta "a raggiera" o a "ventaglio". I vasi arteriosi e venosi segmentari si irradiano dall'ilo verso il parenchima dando origine ai vasi arciformi e alle arterie interlobari. Il *blushing* corticale, particolarmente evidente al PD, si manifesta con una trama esile e pulsante di vasi che riproduce l'espansione sisto-diastolica dei vasi corticali. L'IR e l'IP intraparenchimali devono essere determinati preferibilmente in un vaso interlobare, a ridosso della colonna mesorenale (Fig. 11). Nel soggetto giovane l'IR è comunemente <0.60 e tende ad aumentare nell'ipertensione arteriosa, nell'anziano, nel diabete e nelle nefropatie interstiziali. I valori di *cut-off* sono vicini a 0.70 nelle nefropatie interstiziali croniche e prossimi o superiori a 0.80 nelle nefropatie vascolari primitive (vasculiti), nella nefroangiostenosi e nell'ateroembolia (16, 17).

In sintesi, l'avvento del CD ha semplificato lo studio dei vasi renali e ridotto il tempo necessario per un buon campionamento spettrale. L'uso del CD impone un'adeguata impostazione del fuoco, del guadagno e della PRF. La mappa colorimetrica del flusso fornisce un'immediata informazione qualitativa (decorso, pervietà del vaso, direzione del flusso), mentre il viraggio dei colori fondamentali e la sovrasaturazione indicano la presenza di accelerazioni e vorticosità, eventi tipici di una stenosi emodinamicamente significativa. L'analisi spettrale con la determinazione della VPS conclude l'esame del ramo principale mentre il calcolo degli indici di resistività intraparenchimali e del rapporto velocitometrico fra arteria renale e aorta (*renal-aortic ratio*, RAR) conclude tecnicamente l'esame (16-20).

## TEST DI VERIFICA

### 7) Le arterie renali originano dall'aorta addominale approssimativamente 1 cm al di sotto:

- Dell'arteria mesenterica inferiore
- Dell'arteria gastrica di sinistra
- Del tronco celiaco
- Dell'arteria mesenterica superiore
- Dell'arteria surrenalica inferiore.

### 8) Qual è la più comune anomalia anatomica delle arterie renali?

- Arteria renale destra con decorso antecavale
- Arteria renale doppia

- c. Assenza congenita di un'arteria renale principale
- d. Arteria renale con origine dall'arteria iliaca comune
- e. Arteria renale con tragitto retroaortico.

**9) Quale vena decorre normalmente fra l'arteria mesenterica superiore e l'aorta addominale?**

- a. La vena porta
- b. La vena mesenterica superiore
- c. La vena renale sinistra
- d. La vena mesenterica inferiore
- e. La vena splenica.

**10) Come appare il tracciato velocitometrico di un'arteria renale normale?**

- a. Monofasico. L'accelerazione sistolica è molto rapida, mentre la caduta delle V in diastole è molto lenta e non raggiunge mai la linea 0
- b. Bifasico, asimmetrico e con aspetto di va e vieni
- c. Trifasico con accelerazione sistolica violenta seguita da un flusso reverse mentre il flusso diastolico è assente
- d. Monofasico con prevalenza del flusso pulsatile e salto fra le V sistoliche e diastoliche
- e. Monofasico, continuo e con scarse modulazioni sistoliche.

**11) Il tracciato normale di una vena renale può essere descritto come:**

- a. Fortemente pulsato
- b. Piatto e continuo
- c. Fasico con la respirazione
- d. Trifasico
- e. Continuo con rinforzo sistolico.

## MALFORMAZIONI CONGENITE

Le malformazioni congenite ricorrono in circa il 10-12% dei soggetti adulti e possono essere distinte in *anomalie di numero e dimensione del rene* (agenesia unilaterale, rene soprannumerario, ipoplasia renale), *anomalie di posizione* (malrotazione, ectopie, anomalie di fusione) e *anomalie delle vie escrettrici* (doppio distretto, stenosi del giunto pielo-ureterale, megaurtere congenito, uretere circumcavale, ureterocele, inserzione ureterale ectopica) (21, 22). L'**agenesia unilaterale congenita del rene** si osserva ogni 1000-1500 nati ed è più frequente a sinistra e nei maschi. La diagnosi va sospettata se all'esame *B-Mode* una loggia renale appare disabitata dal rene e occupata dal colon e da anse intestinali, mentre la loggia controlaterale è occupata da un rene vicario, aumentato di volume ( $\varnothing$  bipolare >12 cm) e con aspetto globoso (spessore cortico-midollare >2 cm). L'agenesia del rene si associa ad

agenesia dell'uretere e dell'emitrigono vescicale e può associarsi anche a malformazioni delle vie genitali (vescicole seminali e dotti eiaculatori). Al campionamento CD l'arteria renale e la vena omolaterale sono naturalmente assenti. Nell'**ipoplasia renale** il rene piccolo può essere normale (colonna mesorenale evidente, buona differenziazione cortico-midollare, perfusione normale) o apparire dismorfico. In questo caso la notevole riduzione di volume si associa a un'iperecogenicità diffusa del parenchima e alla perdita del disegno cortico-midollare. In entrambi i casi, l'arteria renale è presente, anche se può essere ipoplasica e presentare flussi ben modulati ma molto lenti. Poiché il disegno parenchimale è sovvertito anche nel rene terminale da malattia renale cronica, la diagnosi differenziale fra rene piccolo dismorfico e rene terminale, in mancanza di dati clinici e anamnestici chiari, non è sempre agevole (23). Le **anomalie di rotazione** interessano per lo più il rene ectopico e sono legate alla mancata o incompleta rotazione dell'organo nel corso della vita embrionaria, durante la sua ascesa dal bacino alla regione lombare. La malrotazione si riconosce immediatamente al campionamento CD poiché l'ilo del rene e i vasi renali sono ruotati anteriormente o lateralmente (anterotazione o extrarotazione laterale). L'**ectopia renale** può essere semplice quando il rene è allocato nella fossa iliaca o nello scavo pelvico omolaterale, oppure crociata, quando il rene migra nell'emilato controlaterale (Fig. 12). L'incidenza dell'ectopia semplice è di 1 su 900 nati. Il rene ectopico può essere allocato in sede pelvica davanti al sacro e al di sotto della biforcazione aortica, in sede iliaca, adagiato sul promontorio sacrale vicino ai vasi iliaci, in sede lombare bassa, a ridosso di L<sub>2</sub> e infine raramente in sede toracica, al di sopra della parete postero-laterale del diaframma (forame di Bochdalek). Nel 15-45% dei casi l'ectopia si associa ad anomalie genitali. Il rene ectopico è sprovvisto di grasso perirenale e per questo sembra più soggetto a infezioni. Inoltre, presenta spesso malformazioni parenchimali, malrotazione e dilatazione della pelvi e delle vie escrettrici intrarenali. Tutto questo può conferire all'organo un aspetto di rene pielonefritico o idronefrotico. Nel rene ectopico la lunghezza dell'uretere è più breve rispetto al rene ptosico. Pertanto, all'urografia la diagnosi differenziale fra rene ptosico ed ectopico è immediata. In entrambi i casi gli sbocchi ureterali sono ortotopici.

Il **rene a ferro di cavallo** è un'anomalia di fusione che ricorre nello 0.25% della popolazione. La fusione parenchimale interessa i poli inferiori che appaiono uniti da un ponte parenchimale o fibroso che incrocia anteriormente i grossi vasi del retroperitoneo mediano fra L<sub>3</sub>-L<sub>5</sub>, al di sotto dell'arteria mesenterica inferiore (Fig. 13). Più raramente, la fusione può interessare il polo inferiore di un rene e il polo superiore dell'altro (rene

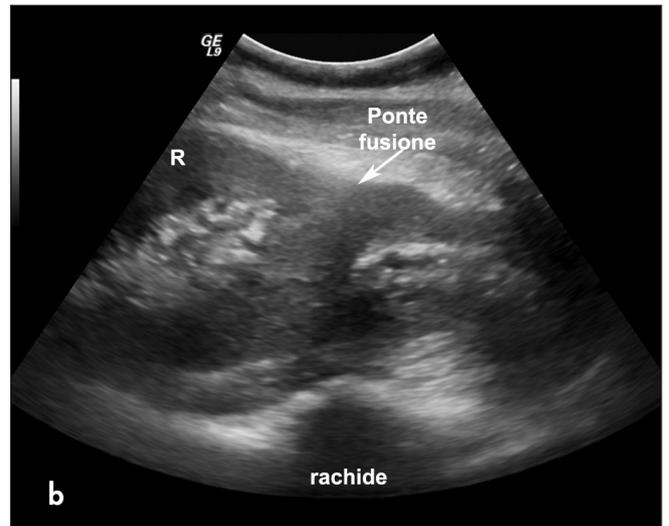
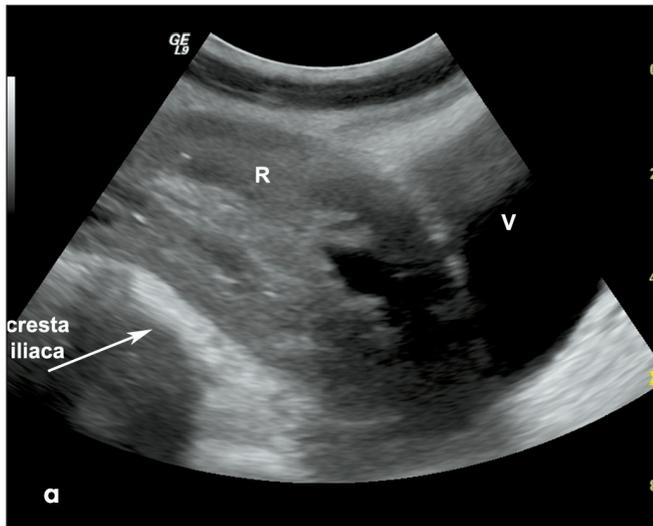


Fig. 12 a, b - Rene ectopico presacrale (a). R = rene; V = Vescica. (b) Rene fuso crociato. È evidente il setto parenchimale completo anecogeno che indica il punto di fusione fra i due abbozzi renali. La loggia renale destra e sinistra in questo paziente erano disabitate per l'ectopia lombare del rene fuso.

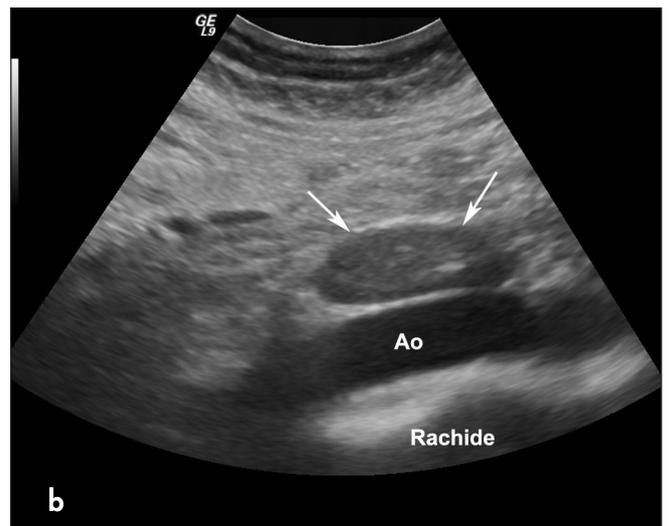
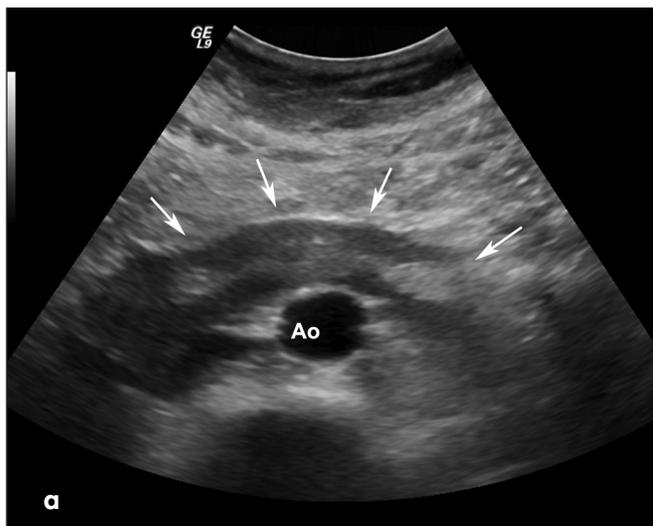
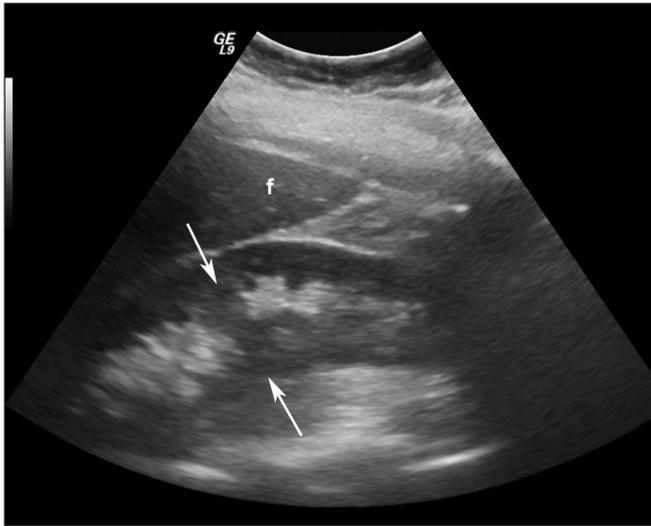


Fig. 13 a, b - Rene a ferro di cavallo. Ponte parenchimale in scansione trasversale (a) e longitudinale (b) sul piano sagittale mediano. Ao = aorta.

a L o a S) o tutti e quattro i poli (rene a focaccia). L'arresto maturativo dell'abbozzo metanefrico si accompagna ad anomalie vascolari (arterie multiple) e solo nel 30% dei casi ciascun abbozzo renale ha un'arteria renale unica e ortotopica. Il sistema escretore presenta spesso anomalie: 1) i calici sono orientati in modo atipico, in particolare quelli inferiori sono orizzontali per drenare il ponte, 2) il bacinetto è anterotato e 3) i due ureteri scavalcano l'istmo. Nel 30% dei casi è presente una stenosi del giunto e nel 20-80% dei casi si sviluppa una calcolosi. In ecografia B-Mode, il sospetto di un rene a ferro di cavallo nasce dal riscontro di una malrotazione e di una riduzione del diametro

longitudinale misurato in scansione coronale e, in particolar modo, dal mascheramento costante del polo inferiore da parte del colon nelle varie scansioni. Naturalmente è solo il riscontro del ponte parenchimale nel retroperitoneo mediano a confermare la diagnosi. Talvolta, la distensione e l'ipotonia della 3<sup>a</sup>-4<sup>a</sup> porzione del duodeno possono indurre i meno esperti a una falsa diagnosi di rene a ferro di cavallo. Il ruolo del CD nella diagnosi è quello di documentare le anomalie vascolari e le arterie renali soprannumerarie che possono originare dall'aorta lombare e dalle arterie iliache comuni o esterne. La **duplicazione calico-pielica** può essere mono- o bilaterale, associata o meno a

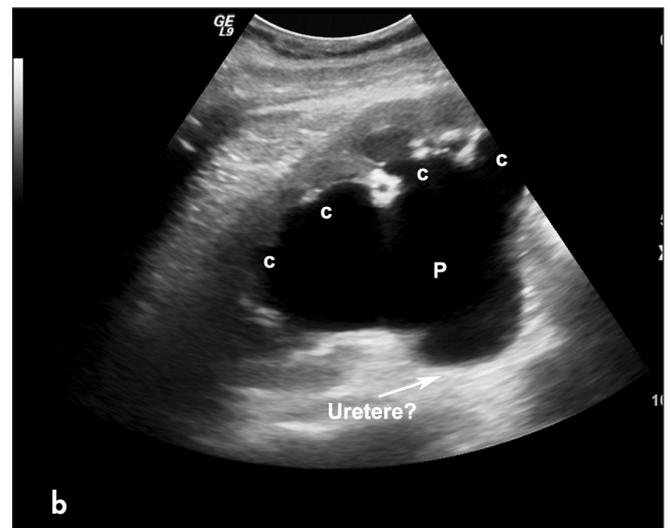
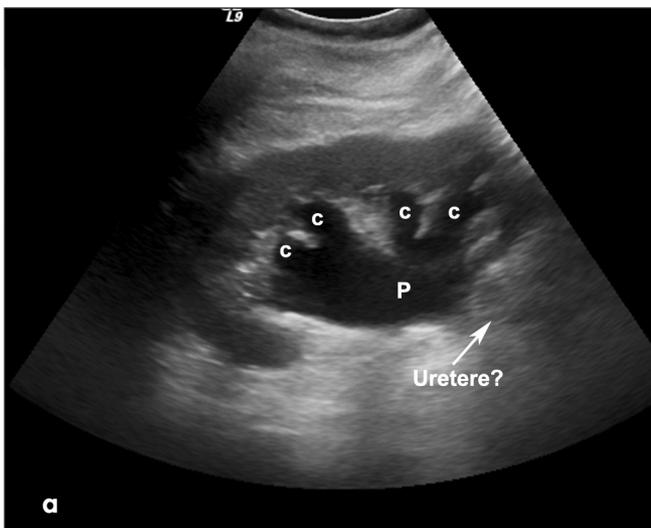


**Fig. 14 - Duplicazione pelvica completa.** Un setto parenchimale completo divide il complesso iperecogeno centrale e il diametro coronale del rene misura >12 cm.

una duplicazione ureterale completa (Fig. 14). L'incidenza della malformazione varia ampiamente nelle diverse casistiche. La pelvi superiore presenta in genere dimensioni ridotte e gli ureteri possono giungere in vescica separatamente (doppio distretto vero) o riunirsi in un unico distretto di varia altezza (uretere bifido). Nella duplicazione completa l'uretere della pelvi superiore sbocca in vescica in sede ectopica, mentre quello della pelvi inferiore è in sede fisiologica. In ecografia B-Mode, il doppio distretto pelvico si riconosce per una ripartizione completa o incompleta del complesso iperecogeno centrale a opera di una colonna mesorenale esuberante. La **stenosi del giunto pieloureterale** riconosce cause intrinseche o estrinseche, congenite o

acquisite (24). Si manifesta con un'ectasia della pelvi renale che appare disomorfica, palloniforme, arrotondata od oblunga ed extrasinusale. La pielectasia può associarsi o meno alla dilatazione dei calici, mentre l'uretere sottogiuntale non appare mai dilatato. La diagnosi ecografica di giuntopatia si basa sulla presenza di un'idronefrosi di vario grado, dalla semplice pielectasia sino all'idronefrosi franca con dilatazione del sistema caliceale maggiore e minore, corticalizzazione dei calici e distruzione del parenchima (Fig. 15). In ogni caso, ai fini della diagnosi differenziale, l'uretere sottogiuntale non appare mai dilatato sia nel terzo superiore sia a livello della cross iliaca. Nei quadri più gravi e conclamati il rene, a causa dell'ostruzione cronica, si trasforma in una sacca idronefrotica delimitata da un'esile bordura di parenchima iperecogeno e fibrotico. In genere il CD non aiuta nella diagnosi differenziale, ma in alcuni casi di giuntopatia lieve può evidenziare in sede ilare e giunzionale la presenza di incroci fra rami arteriosi e venosi e la pelvi renale.

Il **megauretere congenito** è un'ostruzione funzionale dell'uretere distale. L'uretere a monte del tratto acalcolico è dilatato, ripiegato e tortuoso, mentre i calici non vengono generalmente coinvolti. Il megauretere congenito può associarsi a megacalicosi (25). L'**uretere circumcavale** è un'anomalia rara, in cui l'uretere circonda posteriormente la vena cava. L'anomalia è dovuta al fatto che il tratto infrarenale della vena cava si forma dalla vena sottocardinale destra invece che dalla sopracardinale omolaterale. L'**ureterocele** è una dilatazione del segmento intramurale con prollasso dell'uretere distale ed è dovuto a una stenosi congenita o acquisita dell'orifizio ureterale distale. La maggior parte degli ureteroceli è di piccole dimensioni e asintomatica, ma essi favoriscono la formazione nel loro



**Fig. 15 a, b - Stenosi del giunto pieloureterale.** (a) Stenosi lieve. (b) Giuntopatia grave con segni di uropatia ostruttiva. P = pelvi; c = calici.

contesto di calcoli. All'ecografia, l'ureterocele si presenta come una lesione simil-cistica ben definita che dall'orifizio ureterale aggetta come un fungo nel lume vescicale (26).

### TEST DI VERIFICA

**12) Il rene a ferro di cavallo è un'anomalia congenita che si associa a un rischio aumentato di:**

- Reflusso vescico-ureterale, infezioni, ostruzione, calcoli, duplicazione pelvica
- Glomerulonefrite cronica
- Nefropatia interstiziale da farmaci
- Stenosi dell'arteria renale
- Tumore a cellule renali.

**13) Il ponte fibro-parenchimale che unisce i due abbozzi renali incrocia l'aorta a livello di:**

- L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub>
- D<sub>10</sub>-D<sub>11</sub>
- L<sub>3</sub>-L<sub>5</sub>
- D<sub>11</sub>-D<sub>12</sub>
- D<sub>12</sub>-L<sub>1</sub>.

**14) Come si manifesta in ecografia convenzionale una stenosi del giunto?**

- Rene grinzo terminale
- Idroureteronefrosi
- Vescica colonnare da stasi
- Pelvi ectasica e dismorfica, calicetasia (lieve, moderata o severa con corticalizzazione di calici), uretere sottogiuntale non dilatato
- Calcolosi caliceale.

vie urinarie va in ogni caso completato con il campionamento Doppler dei vasi principali arteriosi e venosi e la valutazione color-power Doppler della perfusione parenchimale. L'esame B-Mode viene eseguito in decubito supino, prono o laterale ed il rene può essere studiato con un approccio anteriore, coronale o posteriore usando piani di scansione longitudinali, trasversali ed obliqui. L'esame morfologico deve misurare il diametro coronale, lo spessore parenchimale e valutare la struttura e l'ecogenicità parenchimale, lo stato delle vie escrettrici e la presenza di anomalie strutturali congenite che possono simulare una pseudomassa. Il color Doppler dei vasi renali deve essere eseguito con metodo in modo da analizzare l'arteria renale principale, le ramificazioni ilari e i vasi intraparenchimali arteriosi e venosi. La valutazione degli indici di resistenza intraparenchimali (IP, IR) fornisce una misura indiretta e quantitativa della rigidità e del rimodellamento eutrofico o distrofico del microcircolo intrarenale che accompagna l'invecchiamento fisiologico, la malattia diabetica ed ipertensiva o la malattia renale cronica glomerulare, interstiziale o vascolare e la nefropatia ostruttiva.

### 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.

### RIASSUNTO

*L'ecografia in scala di grigi è l'esame di prima scelta nel paziente con malattia renale sospetta o conclamata. Pertanto la conoscenza della semeiotica ecografica del rene normale e delle anomalie renali e delle vie urinarie è un prerequisito essenziale per ottenere dei risultati diagnostici validi. L'esame morfologico del rene e delle*

### FIGURE O TABELLE SOGGETTE AD AUTORIZZAZIONE

Nessuna.

La versione multimediale della rassegna è liberamente consultabile sul sito [www.econefro.org](http://www.econefro.org)

### BIBLIOGRAFIA

- Anatomy, structure and embryology. In Netter FH Ed: The CIBA collection of medical illustration. Kidneys, ureters and urinary bladder. CIBA pharmaceutical 1987; 37: 2-35.
- Webb JAW. Renal masses and trauma. Chap 23; pp 549-68. In: Abdominal and General Ultrasound. Eds. Meire H, Cosgrove D, Dewbury K, Farrant P. Churchill Livingstone, London 2003.
- Thurston W, Wilson RS. The urinary tract. Chap 9; pp 321-93. In Diagnostic Ultrasound. Rumack CM, Wilson SR, Charbonneau JW and Johnson JM Eds. Third Edition. Elsevier Mosby, St Louis, Missouri, 2006.
- Meola M. Il rene normale in Ecografia clinica e color Doppler in Nefrologia. Meola M Ed. Vol. 1. Cap. 10. pp 395-405. Eureka Editore, Lucca 2007. ]
- Harvey CJ, Pilcher JM, Eckersley RJ, Blomley MJ, Cosgrove DO. Advances in ultrasound. Clin Radiol 2002; 57: 157-77.
- Claudon M, Tranquart F, Evans DH, Lefevre F, Correas M. Advances in ultrasound. Eur Radiol 2002; 12: 7-18.
- O'Neill WC. Renal ultrasonography: a procedure for nephrologists. Am J Kidney Dis 1997; 30: 579-85.

8. Brandt TD, Neiman HL, Dragowski MJ, Bulawa W, Claykamp G. Ultrasound assessment of normal renal dimensions. *J Ultrasound Med* 1982; 1: 49-52.
9. Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF, Ytte L. Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex, and habitus in 665 adult volunteers. *AJR Am J Roentgenol* 1993; 160: 83-6.
10. Chen JJ, Pugach J, Patel M, Luisiri A, Steinhardt GF. The renal length normogram: Multivariable approach. *J Urol* 2002; 168: 2149-52.
11. Webb JA, Reznick RH, White FE, Cattell WR, Fry IK, Baker LR. Can ultrasound and computed tomography replace high-dose urography in patients with impaired renal function? *Q J Med* 1984; 53: 411-25.
12. Webb JA. The role of ultrasonography in the diagnosis of intrinsic renal disease. *Clin Radiol* 1994; 49: 589-91.
13. Cho JY. Normal findings and variations of the urinary tract -- Congenital anomalies of the upper urinary tract. In *Radiology Illustrated, Uroradiology*. Kim SH Ed; Chap 1 and 2 pp 1-68. Saunders - Elsevier Science, Philadelphia 2003.
14. Dunnick NR, Sandler CM, Amis ES, Newhouse JH. Congenital anomalies. In *Textbook of Uroradiology* 2nd Ed, Chap 2, pp 15-43. Baltimore, Lippincot Williams & Wilkins, 1997.]
15. Lafortune M, Costantine A, Greton G, et al. Sonography of the hypertrophied column of Bertin. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 146: 53-6.
16. Platt JF, Ellis JH, Rubin JM, et al. Intrarenal arterial Doppler sonography in patients with nonobstructive renal disease: correlation of resistive index with biopsy findings. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 154: 1223-7.
17. Radermacher J, Mengel M, Ellis S, et al. The renal arterial resistance index and renal allograft survival. *N Engl J Med* 2003; 349: 115-24.
18. Meola M, Petrucci I. Rene. Eco-color Doppler dei vasi renali. In *Manuale italiano di ecografia internistica*. Schiavone C, Romano M Eds. Antonio Delfino Editore, Roma 2007.
19. Meola M. [Color-Doppler of renovascular diseases.]. *G Ital Nefrol* 2007; 24: 425-45.
20. Meola M, Petrucci I. Color Doppler sonography in the study of chronic ischemic nephropathy. *Journal of Ultrasound* 2008; 11: 55-73.
21. Singer A, Simmons MZ, Maldjian PD. Spectrum of congenital renal anomalies presenting in adulthood. *Clin Imaging* 2008; 32: 183-91.
22. Krumme B. Renal Doppler sonography--update in clinical nephrology. *Nephron Clin Pract* 2006; 103: c24-8.
23. Chen P, Maklad N, Redwine M. Color and power Doppler imaging of the kidneys. *World J Urol* 1998; 16: 41-5.
24. Horst M, Smith GH. Pelvi-ureteric junction obstruction in duplex kidneys. *BJU Int* 2008; 101: 1580-4.
25. Simoni F, Vino L, Pizzini C, Benini D, Fanos V. Megaureter: classification, pathophysiology, and management. *Pediatr Med Chir* 2000; 22: 15-24.
26. DeFoor W, Minevich E, Tackett L, Yasar U, Wacksman J, Sheldon C. Ectopic ureterocele: clinical application of classification based on renal unit jeopardy. *J Urol* 2003; 169: 1092-4.