GCND
G Clin Nefrol Dial 2026; 38 (Suppl. 1): 7-10
ISSN 2705-0076 | DOI: 10.33393/gcnd.2026.4091
CONGRESS PROCEEDING

Applicazione degli ultrasuoni in nefrologia

Anna Mudoni[1], Annalisa Noce[2-4], Vincenzo Antonio Panuccio[5,6], Rocco Tripepi[6], Salvatore Mancuso[7], Massimino Senatore[8], Francesco Logias[9]

[1]UO Nefrologia e Dialisi Pia Fondazione di Culto e religione, Azienda Ospedaliera Cardinale G. Panico, Tricase (LE) - Italy
[2]Dipartimento di Medicina dei Sistemi, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma - Italy
[3]UOSD di Nefrologia e Dialisi, Policlinico Tor Vergata, Roma - Italy
[4]Dipartimento di Scienze Mediche, Università Cattolica "Nostra Signora del Buon Consiglio", Tirana - Albania
[5]UOC di Nefrologia, Dialisi Abilitata al Trapianto del Grande Ospedale Metropolitano "Bianchi-Melacrino-Morelli" di Reggio Calabria - Italy
[6]Istituto di Fisiologia Clinica del Consiglio Nazionale delle Ricerche - IFC-CNR, Sede Secondaria di Reggio Calabria - Italy
[7]Centro Emodialisi Mazarese, Mazara del Vallo (TP) - Italy
[8]S.C. Nefrologia e Dialisi ASL 1 Sassari, Sassari - Italy
[9]UOC Nefrologia Ospedale San Francesco Nuoro - Italy

Applications of ultrasound in nephrology

Renal ultrasound is now a cornerstone of nephrology practice, capable of transforming morphological observations into integrated clinical information through the combination of structural, hemodynamic, and functional data, making it a fundamental component of contemporary nephrological assessment. Technological advances have expanded the role of ultrasound beyond simple anatomical evaluation by incorporating complementary modalities — including B-mode imaging, Doppler ultrasound, point-of-care ultrasound (POCUS), and advanced techniques such as contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and shear wave elastography — which enable a more refined assessment of renal perfusion, venous congestion, and parenchymal stiffness. This approach allows nephrologists to interpret ultrasound findings as reflections of the underlying pathophysiology, supporting diagnosis, risk stratification, and therapeutic decision-making in both acute and chronic settings. The true innovation lies not only in the technology itself but also in the ability to integrate ultrasound findings into a comprehensive, multiorgan clinical perspective, transforming ultrasound into a tool for clinical reasoning.

Keywords: Kidney Ultrasound, Doppler Ultrasonography, Point of care Ultrasound (POCUS), Volume assessment, Clinical reasoning

Introduzione

L'ecografia renale rappresenta oggi uno strumento centrale nella pratica nefrologica, sia nei contesti acuti che in quelli cronici, grazie alla sua capacità di fornire informazioni morfologiche, funzionali e vascolari in modo sicuro e ripetibile e in assenza di radiazioni; inoltre è facilmente eseguibile al letto del paziente. L'evoluzione tecnologica ha ampliato in modo significativo il potenziale diagnostico dell'ecografia.

Come illustrato nella Tabella 1, la progressiva integrazione tra B-mode, Doppler, POCUS e tecniche avanzate quali *Contrast-Enhanced Ultrasound* (CEUS) e *Shear Wave Elastography* (SWE) consente una valutazione più completa del rene, del microcircolo e dello stato emodinamico sistemico. Questa convergenza metodologica rafforza ulteriormente il ruolo dell'ecografia come pilastro della nefrologia moderna.

Received: July 16, 2026
Accepted: July 20, 2026
Published online: September 24, 2026

Indirizzo per la corrispondenza:
Anna Mudoni
email: mudonia@libero.it

TABELLA 1 - Evoluzione dell'ecografia in nefrologia: da "metodica di imaging morfologico" a "vero e proprio strumento clinico dinamico". L'ecografia è passata da esame accessorio a strumento centrale nella pratica nefrologica quotidiana; non è più un'immagine, ma un processo decisionale in tempo reale

Periodo	Tecnologia	Ruolo clinico in nefrologia
1970–1980	B-mode statico	Valutazione morfologica del rene (dimensioni, ecogenicità)
1990	B-mode real-time, Doppler	Studio dinamico ed emodinamico (flussi, IR)
2000	Eco-guidata	Supporto alle procedure (biopsia, accessi vascolari)
2010	CEUS, elastografia	Valutazione funzionale e microvascolare
2015 → oggi	PoCUS, AI	Estensione dell'esame obiettivo e supporto decisionale

Una corretta interpretazione dei reperti ecografici supporta l'intero percorso decisionale del nefrologo:

- contribuisce alla diagnosi differenziale tra forme acute e croniche;
- permette il monitoraggio evolutivo delle nefropatie;

© 2026. The Authors. This article is published by AboutScience and licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).
Commercial use is not permitted and is subject to Publisher's permissions. Full information is available at www.aboutscience.eu

- guida le decisioni terapeutiche, soprattutto nei pazienti instabili o complessi;
- consente una stratificazione personalizzata del rischio e un follow-up più mirato.

L'ecografia non è soltanto un metodo diagnostico, ma è un vero e proprio strumento di gestione clinica personalizzata, capace di migliorare l'accuratezza diagnostica e gli outcome del paziente.

Competenze ecografiche del nefrologo

Il *Core Curriculum 2024* (1) identifica le competenze ecografiche fondamentali del nefrologo, che includono la capacità di:

- eseguire e interpretare l'ecografia renale per la caratterizzazione morfologica e funzionale;
- valutare il rene trapiantato;
- studiare i vasi per la fistola artero-venosa (FAV), monitorarne la maturazione e identificare precocemente le complicanze;
- valutare lo stato volemico e la congestione sistemica;
- eseguire procedure nefrologiche ecoguidate;
- utilizzare l'ecografia point-of-care nell'inquadramento diagnostico;
- integrare sistematicamente i reperti ecografici nel processo decisionale clinico.

La modalità B-mode rappresenta il primo step nella valutazione ecografica del rene ed è fondamentale nella distinzione tra danno renale acuto (AKI) e malattia renale cronica (MRC).

Consente di analizzare:

- dimensioni renali;
- spessore corticale e rapporto cortico-midollare;
- ecogenicità;
- contorni e morfologia.

L'ecografia rappresenta il gold standard per la diagnosi di idronefrosi. Permette di:

- valutare la dilatazione della pelvi e dei calici;
- identificare segni indiretti di ostruzione ureterale;
- guidare la decisione clinica.

L'integrazione con eco-color-Doppler (ECD) aumenta la sensibilità diagnostica, in particolare attraverso la valutazione del jet ureterale.

La misurazione degli indici di resistenza intrarenale (IR) rappresenta lo strumento non invasivo più sensibile per fornire informazioni fisiopatologiche sullo stato emodinamico renale (2). L'IR non è un indice della funzione renale, ma un marker di caratterizzazione di danno renale in termini prognostici, con particolare utilità nel follow-up delle nefropatie.

Anche nell'ambito della FAV per emodialisi, l'ECD è di fondamentale importanza:

- nello studio preoperatorio dei vasi idonei per l'allestimento;
- nel monitoraggio tramite il calcolo della portata per definire la funzionalità;
- nell'identificare le alterazioni strutturali, funzionali ed emodinamiche che possono compromettere la maturazione e l'efficienza dialitica (stenosi, trombosi, aneurismi, iperafflusso e steal syndrome) o la sicurezza del paziente.

I tre pilastri del POCUS in nefrologia

Koratala et al. (3), in una review e in un position statement dell'International Alliance for POCUS in Nephrology, definiscono tre pilastri fondamentali del POCUS in nefrologia. Non rappresentano fasi isolate, ma un circuito continuo che determina la qualità dell'esame e il suo impatto clinico.

1. Acquisizione dell'immagine

Richiede immagini corrette, riproducibili e clinicamente utilizzabili. Include:

- scelta della sonda e dei preset;
- ottimizzazione dell'immagine (gain, profondità, focus);
- corretta posizione del paziente;
- conoscenza delle finestre ecografiche;
- riconoscimento degli artefatti;
- sequenza standardizzata di scansioni;
- archiviazione delle immagini.

2. Interpretazione dell'immagine

Una volta ottenuta l'immagine, è necessario:

- identificare strutture normali, patologiche e varianti anatomiche;
- riconoscere i pattern ecografici (idronefrosi, linee B, congestione venosa, effusione pericardica);
- effettuare valutazioni quantitative e semiquantitative (VCI, VExUS, volume vescicale, dimensioni renali);
- valutare la qualità dell'immagine e i limiti dell'esame.

3. Integrazione clinica

È il livello più avanzato: trasformare il reperto ecografico in una decisione clinica appropriata, integrandolo con anamnesi, esame obiettivo, laboratorio e contesto clinico. Include:

- rispondere a una domanda clinica specifica;
- evitare sovra-interpretazioni;
- modificare la gestione (fluidi, farmaci, timing dialisi, necessità di imaging avanzato);
- documentare e comunicare i risultati;
- riconoscere la necessità di ulteriori esami.

Gli Autori concludono che l'obiettivo non è "fare un'ecografia", ma prendere decisioni migliori e più tempestive.

Ecografia e fisiopatologia del danno renale acuto

Nel contesto del danno renale acuto, l'ecografia rappresenta uno strumento essenziale per la valutazione morfologica, emodinamica e congestizia del rene. Oltre a escludere rapidamente le cause ostruttive, l'ecografia consente di identificare il fenotipo fisiopatologico dell'AKI, elemento cruciale

© 2026 The Authors. Giornale di Clinica Nefrologica e Dialisi - ISSN 2705-0076 - www.aboutscience.eu/gcnd

per orientare la gestione clinica. I principali pattern ecografici appartengono a tre categorie:

- AKI ipovolemico: vena cava inferiore (VCI) collassabile, polmoni asciutti;
- AKI congestizio: VCI dilatata, pattern venosi alterati (epatiche, porta, renali);
- AKI ostruttivo: idronefrosi, dilatazione delle vie escretrici.

La crescente attenzione verso la congestione venosa sistemica come determinante di AKI ha favorito lo sviluppo di approcci ecografici integrati. In particolare, la review di Varanasi et al. (4) propone un algoritmo basato su tre pilastri ecografici (rene, VCI e polmone) per classificare l'AKI in base allo stato emodinamico del paziente. L'elemento cardine di questo approccio è il VExUS (Venous Excess Ultrasound Score), un sistema multiparametrico che combina la valutazione della VCI con l'analisi Doppler delle vene addominali (epatica, porta e interlobari renali). La review sintetizza in modo rigoroso le evidenze disponibili, mostrando come lo score consenta di stratificare il grado di congestione e correlare i reperti ecografici con il rischio di AKI (Tab. 2), in particolare nei pazienti critici. Analogamente, Borroni et al. (5) sottolineano come la congestione venosa si manifesti in modo progressivo; si propaga dai distretti prossimali (vena epatica) a quelli più periferici (vena porta e vena intrarenale). Questa sequenza di alterazioni Doppler consente una valutazione del sovraccarico venoso, fornendo un rilevante supporto clinico, per guidare le decisioni terapeutiche nei pazienti con sospetta o conclamata congestione e permette di modulare in modo mirato la terapia diuretica e di valutare la necessità di fluid restriction o di interventi più invasivi oltre a identificare precocemente i pazienti a rischio di deterioramento emodinamico o renale.

Parallelamente, la narrative review di Bitar (6) amplia la prospettiva, descrivendo la congestione come un fenomeno multiorgano e multifattoriale che coinvolge la VCI, il circolo portale, il rene e il polmone. Questo approccio sottolinea come la valutazione ecografica della congestione debba essere interpretata all'interno di un quadro fisiopatologico complesso, in cui i diversi distretti forniscono informazioni complementari.

Inseriti nel percorso diagnostico dell'AKI, questi due contributi suggeriscono un approccio integrato: da un lato la precisione e la riproducibilità di uno score strutturato come il VExUS, dall'altro una lettura fisiopatologica capace di cogliere la complessità della congestione e il suo impatto sul rene. Ne emerge un modello di ecografia "funzionale", che supera la valutazione morfologica e diventa parte attiva del ragionamento clinico, guidando decisioni terapeutiche (decongestione, fluid management e monitoraggio dinamico della risposta).

Le tecniche avanzate di imaging ecografico (CEUS e SWE) ampliano in modo sostanziale il ruolo dell'ecografia in nefrologia, consentendo una valutazione funzionale e strutturale del parenchima renale.

La CEUS permette una caratterizzazione dinamica e microvascolare del rene, con applicazioni consolidate e clinicamente rilevanti:

- nella valutazione della perfusione cortico-midollare, molto utile per identificare disomogeneità perfusive e ischemia subclinica;
- nel supporto nelle nefropatie ischemiche poiché consente di distinguere l'ipoperfusione dalla necrosi corticale o da altre forme di danno acuto;
- nel follow-up del trapianto renale; infatti identifica precocemente il rigetto e le complicanze vascolari;
- nella caratterizzazione delle masse renali con miglioramento della distinzione tra lesioni solide e cistiche complesse;
- nella riduzione dell'impiego di mezzi di contrasto nefrotossici.

La SWE fornisce una misura quantitativa della rigidità tissutale, integrando l'informazione morfologica tradizionale con:

- la valutazione della rigidità parenchimale (potenziale marker non invasivo di fibrosi renale);
- la stratificazione prognostica (la rigidità può essere correlata con la progressione della malattia renale cronica);
- il follow-up delle nefropatie croniche.

CEUS e SWE non aggiungono solo informazioni: trasformano l'ecografia in un vero strumento di fenotipizzazione funzionale e strutturale del rene, integrabile nel percorso decisionale del nefrologo.

TABELLA 2 - Gradi VExUS. VCI dilatata (> 2 cm) e poco collassabile è prerequisito per applicare il VExUS. Il grading dipende dalla peggiore alterazione Doppler (vene epatiche, vena porta, vene interlobulari). VExUS ≥2 = congestione clinicamente rilevante con rischio elevato di AKI

Gradi VExUS			
Grado	**Definizione**	**Criteri Ecografici**	**Rischio AKI**
Grado 0	Assenza di congestione	VCI < 2 cm	Basso
Grado 1	Congestione lieve	VCI ≥ 2 cm + Pattern normali o anomalie lievi in tutti i distretti	Minimo
Grado 2	Congestione moderata	VCI ≥ 2 cm + 1 pattern severamente anomalo (epatica, porta o renale)	Moderato
Grado 3	Congestione grave	VCI ≥ 2 cm + ≥ 2 pattern severamente anomali	Elevato

© 2026 The Authors. Published by AboutScience - www.aboutscience.eu

Conclusioni

Il nefrologo moderno non guarda più solo il rene, ma integra dati morfologici, emodinamici e funzionali in una visione multiorgano.

Non più "acquisire un'immagine", ma "collocare un dato ecografico in un quadro complesso", perché la vera evoluzione non è solo tecnologica, ma è la capacità di integrare l'ecografia nel ragionamento clinico.

Disclosures

Conflict of interest: The Authors declare no conflict of interest.

Financial support: This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Bibliografia

1. Vandana Dua Niyyar, Daniel W. Ross, and W. Charles O'Neill Performance and Interpretation of Sonography in the Practice of Nephrology: Core Curriculum. AJKD. 2024;83(4) CrossRef
2. Cuttone G, Geraci G, La Via L, Sorbello M, Pappalardo F, Carollo C. Exploring the Utility of Renal Resistive Index in Critical Care: Insights into ARDS and Cardiac Failure. *Biomedicines*. 2025;13(2):519. CrossRef PubMed
3. Koratala A, Argaiz ER. Gregorio Romero-González et all Point-of-care ultrasound training in nephrology: a position statement by the International Alliance for POCUS in Nephrology Clinical Kidney Journal. 2024; 17(1). CrossRef
4. Varanasi P, Bhasin-Chhabra B, Koratala A. Point-of-care ultrasonography in acute kidney injury. *J Transl Crit Care Med*. 2024;6(2):e24-e00005. CrossRef
5. Borroni VN, Antonini A, Cogliati CB, Casella F. A comprehensive review of venous excess ultrasound (VExUS) score: evidence from original research. *Intern Emerg Med*. 2026;21(2):373-384. CrossRef PubMed
6. Bitar ZI, Maadarani OS, Bitar M. Ultrasound indicators of organ venous congestion: a narrative review. *Ann Intensive Care*. 2025;15(1):184. CrossRef PubMed

© 2026 The Authors. Giornale di Clinica Nefrologica e Dialisi - ISSN 2705-0076 - www.aboutscience.eu/gcnd