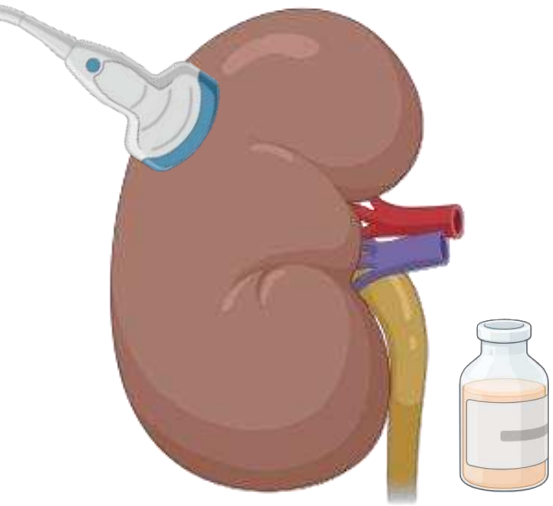




Aportación de la ecografía con contraste (CEUS) en la evaluación de la patología renal.

Cifo Arcos, María ¹, Martínez Pérez, María Jesús ², Calabuig Guinot, Jose ³, Nomdedeu Alfieri, María ⁴, Berney Comandone, Francisco Eduardo ⁵.

¹Hospital Universitario Doctor Peset, Valencia.

Objetivo docente

1. Describir la técnica del estudio con contraste renal.
 2. Revisar sus aplicaciones y hallazgos radiológicos en:
 - 2.1. Patología infecciosa renal.
 - 2.2. Patología traumática renal.
 - 2.3. Patología tumoral renal (Pseudotumores, tumores indeterminados y lesiones quísticas).
 - 2.4. Ablación percutánea tumoral y control posterior.
 - 2.5. Evaluación del trasplante renal y patología isquémica.
 3. Conclusiones.
-

1. Técnica de la ecografía con contraste (CEUS) renal:

(1), (2), (3).

La **estructura básica** de un medio de **contraste ecográfico** consiste en una **microburbuja** compuesta por una **capa exterior** (proteína o lípido) que contiene **gas** en su **interior**.

Suele inyectarse por **vía intravenosa (IV)**, aunque también puede administrarse por **vía intracavitaria** mediante un catéter.

La **dosis** de contraste que se debe utilizar para el estudio del **parénquima renal** suele oscilar entre **1,2 y 2,4 ml**, dependiendo de la **complexión del paciente**, la **profundidad** de la lesión y el **tipo de exploración ecográfica**.

* Si es necesario, se puede administrar de forma **segura** una **segunda dosis** de contraste, para **reexaminar** el riñón o para realizar un examen más detallado del **riñón contralateral**.

1. Técnica de la ecografía con contraste (CEUS) renal:

Modificado de (1).

Administración de contraste (IV)

0 s

15-20 s

25-60 s

60- 240 s

Realce – intenso y – duradero en
Enfermedad renal crónica (ERC)

Fase cortical

Fase parenquimatosa precoz

Fase parenquimatosa tardía



1. Técnica de la ecografía con contraste (CEUS) renal:

Ventajas

- **Ausencia** de radiación ionizante y nefrotoxicidad.
- Exploración **dinámica** y en **tiempo real**.
 - **Alta sensibilidad (S)** para microvascularización.
- Alta **seguridad** del **contraste** y posibilidad de **múltiples dosis**.

Limitaciones

- Técnica **operador-dependiente**.
- Factores físicos del **paciente**.
- **Falta** de **visión panorámica**.
- **Artefacto** por calcificaciones.
- **Ausencia** de excreción por vía urinaria (no **realce** del **sistema colector**).

2.1. Patología infecciosa renal:

(5).

CEUS permite la **caracterización** precisa de los **hallazgos parenquimatosos** de la patología infecciosa, así como la **extensión** y **gravedad** del proceso infeccioso. Útil para **seguimiento**.

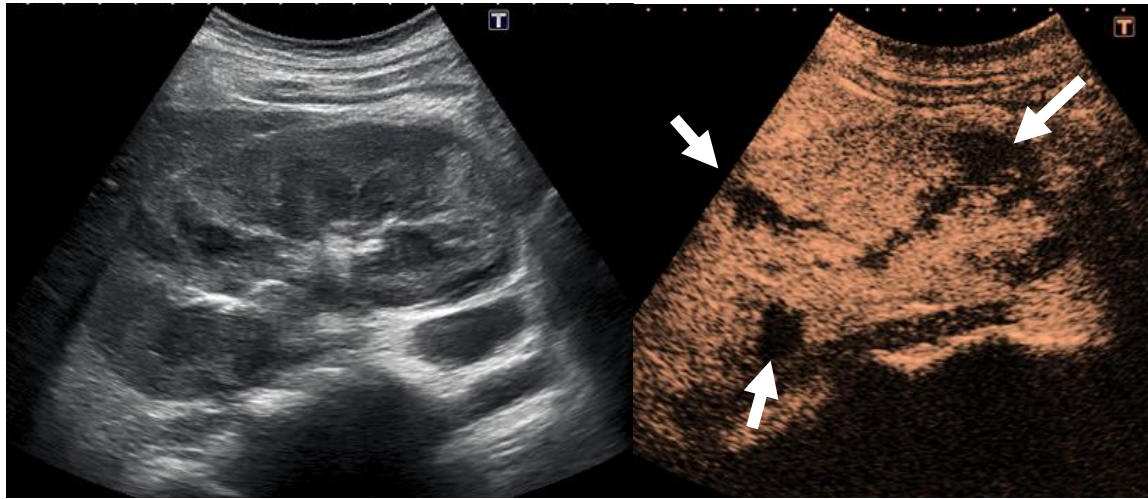


Fig. 1. Riñón derecho (RD) con áreas hiperecoicas periféricas. CEUS con áreas hipoperfundidas corticales y corticomedulares con morfología en cuña o redondeada (flechas).

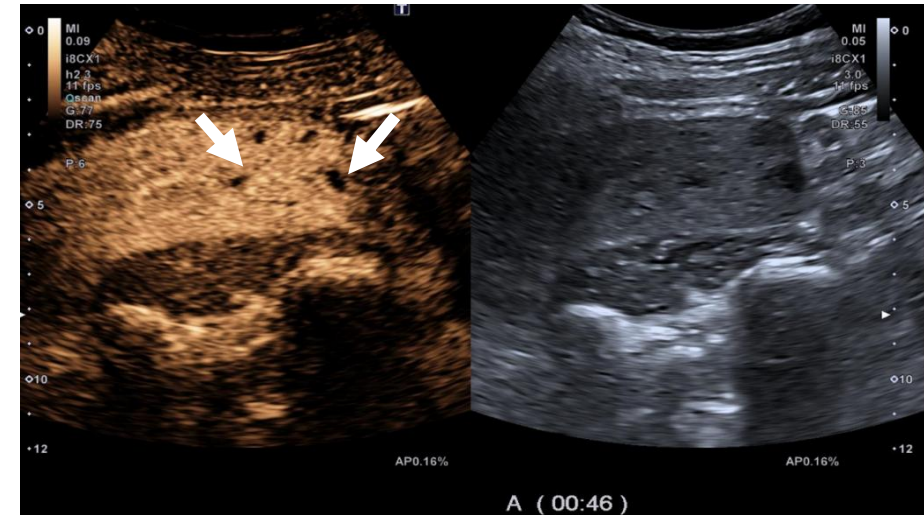


Fig. 2. CEUS de RD con aumento de tamaño en polo inferior y pequeños focos de pielonefritis periféricos (flechas).

Pielonefritis focal: Lesión focal cortical o corticomedular en **forma de cuña o redondeada**, con **menor realce** en comparación con el parénquima circundante. Más evidente en **fase parenquimatosa tardía**.

2.1. Patología infecciosa renal:

(5).

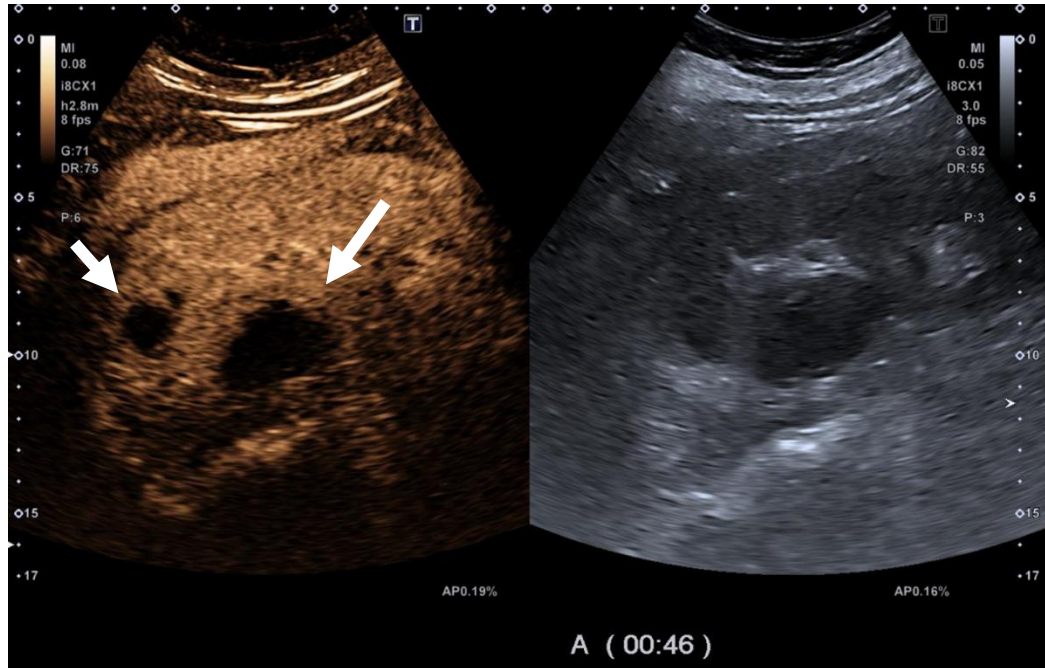


Fig. 3. CEUS de RD con 2 abscesos en polo superior (flechas).

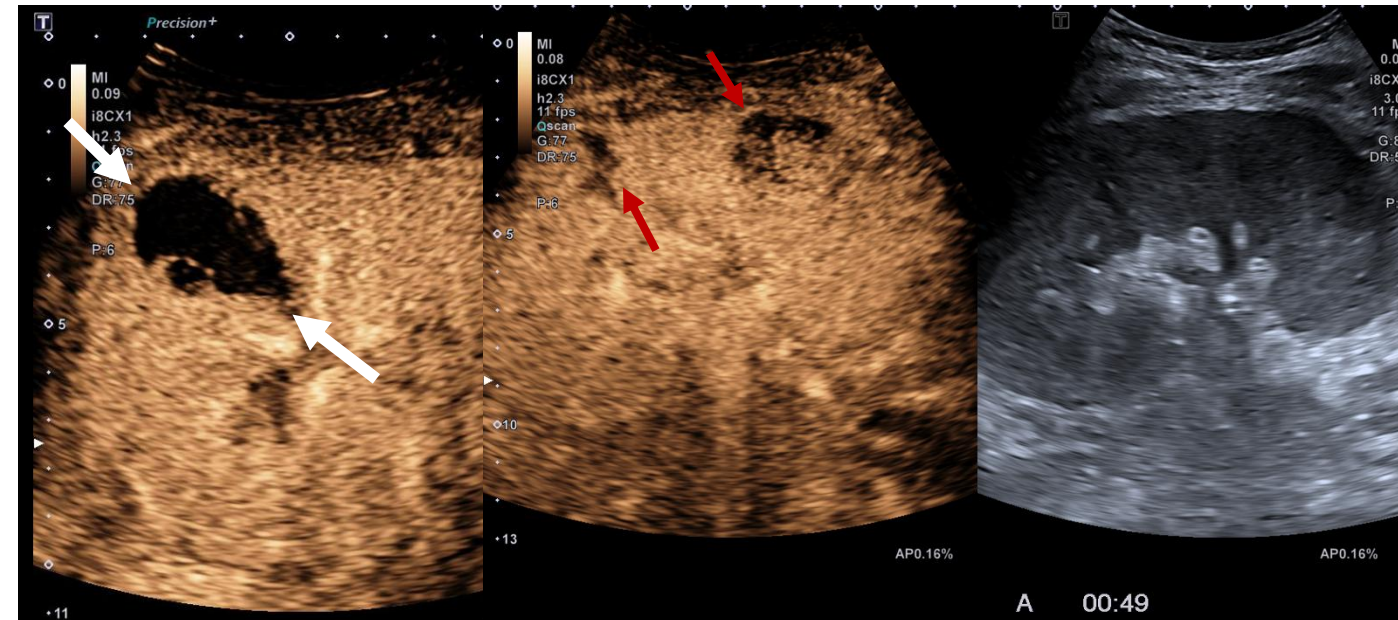


Fig. 4. Formas mixtas: CEUS de RD con dos focos de pielonefritis (flechas rojas) y absceso (flecha blanca).

Abscesos renales: lesiones hipoecoicas/heterogéneas sin realce interno (contenido necrótico) + **Realce periférico** o de **septos** (licuefacción).

2.2. Patología traumática renal.

(6), (7), (8).

CEUS es útil en pacientes **hemodinámicamente estables** (**pediátricos**, mujeres en edad fértil, **ERC** o seguimiento **evolutivo** de lesiones), siendo las fases **parenquimatosas** las **más adecuadas** para **detectar las lesiones**.

***Limitaciones:**

- **No** permite evaluar **lesiones del sistema colector**.
- Imposibilidad para **diferenciar hematoma** de **urinoma**.
- Limitada utilidad en politraumatizados o traumatismos de alta energía, siendo el **TC con contraste de elección**.

2.2. Patología traumática renal.

(6), (7), (8).



Fig. 5. CEUS de injerto renal con laceración cortical en tercio medio y polo superior (flechas).

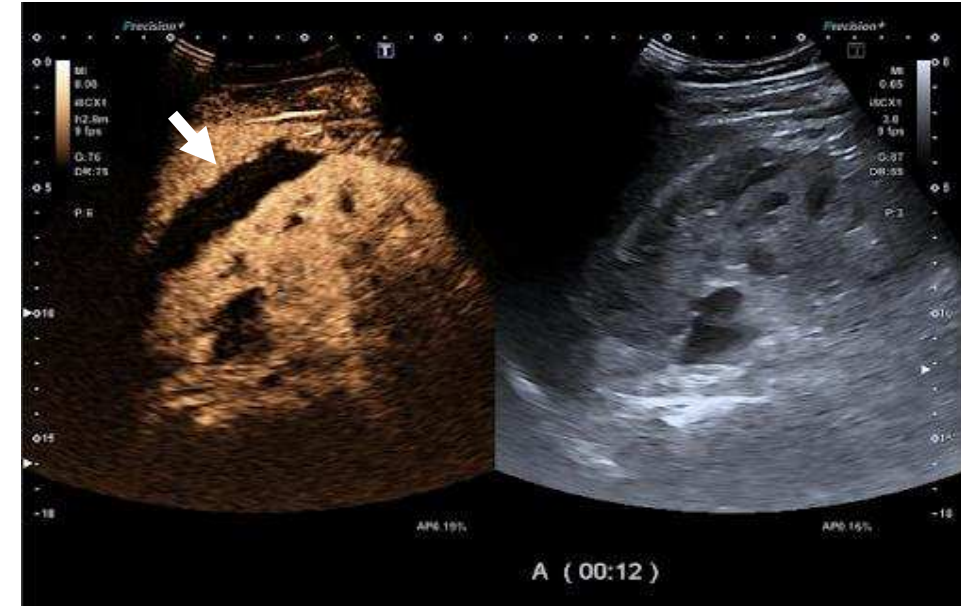


Fig. 6. CEUS de RD con colección hemática subcapsular (flecha).

Laceración: defecto lineal o ramificado sin realce, perpendicular a la superficie renal.

Contusiones: áreas de tenue realce intraparenquimatoso.

Hematoma subcapsular: colección perirrenal lenticular sin realce.

2.2. Patología traumática renal.

(6), (7), (8).

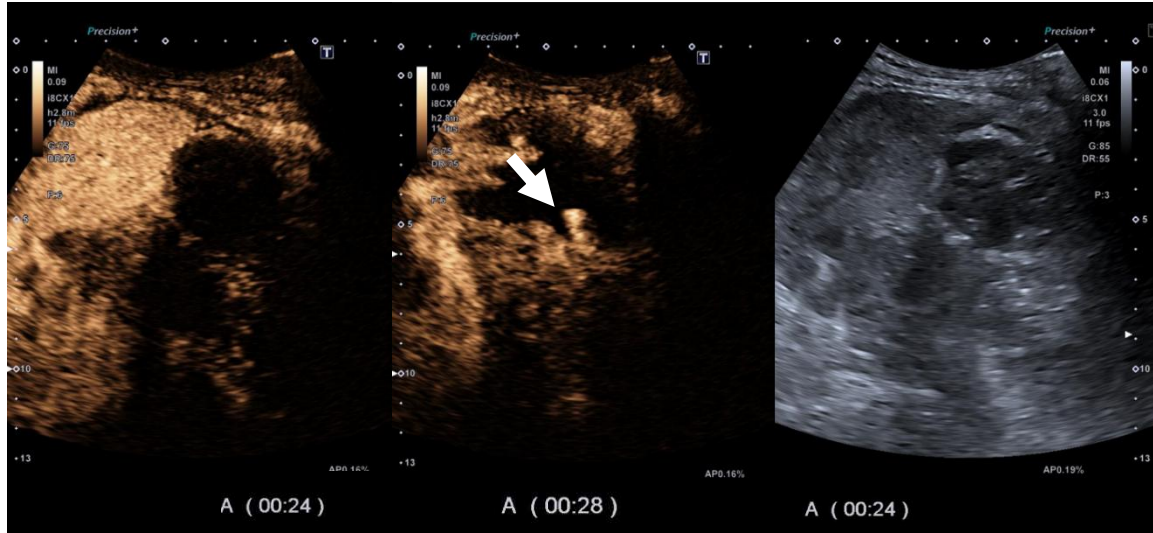


Fig. 7. CEUS de injerto renal con hematoma perirrenal y extravasación de contraste por sangrado activo (flecha).

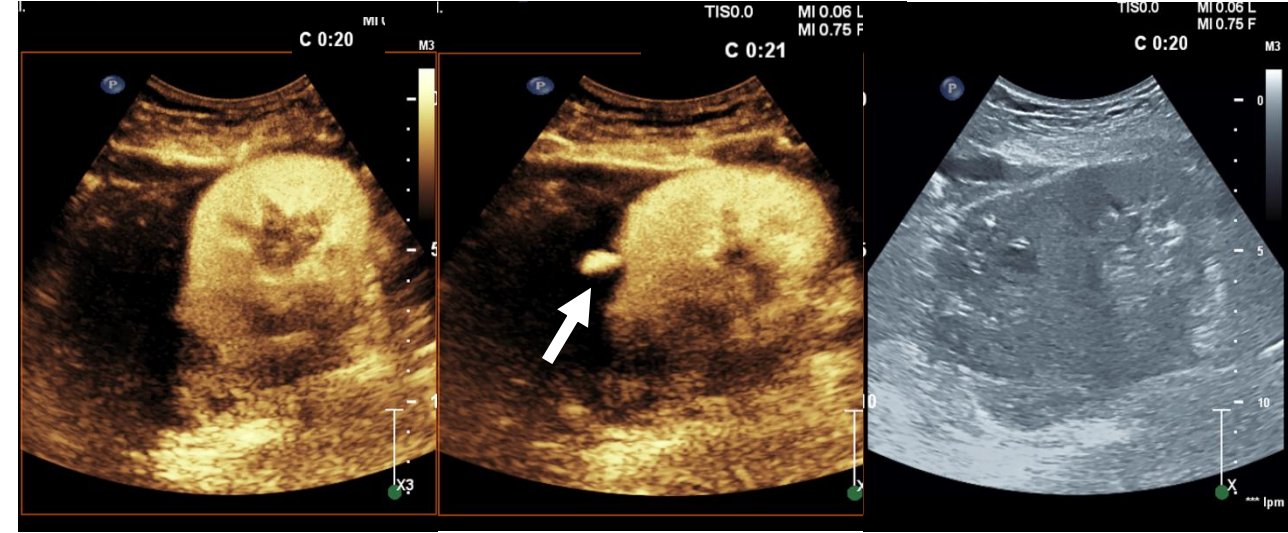


Fig. 8. CEUS de riñón izquierdo con hematoma en polo superior y extravasación de contraste por sangrado activo (flecha).

Sangrado activo: extravasación de microburbujas de contraste.

Avulsión del pedículo renal: ausencia completa de realce parenquimatoso.

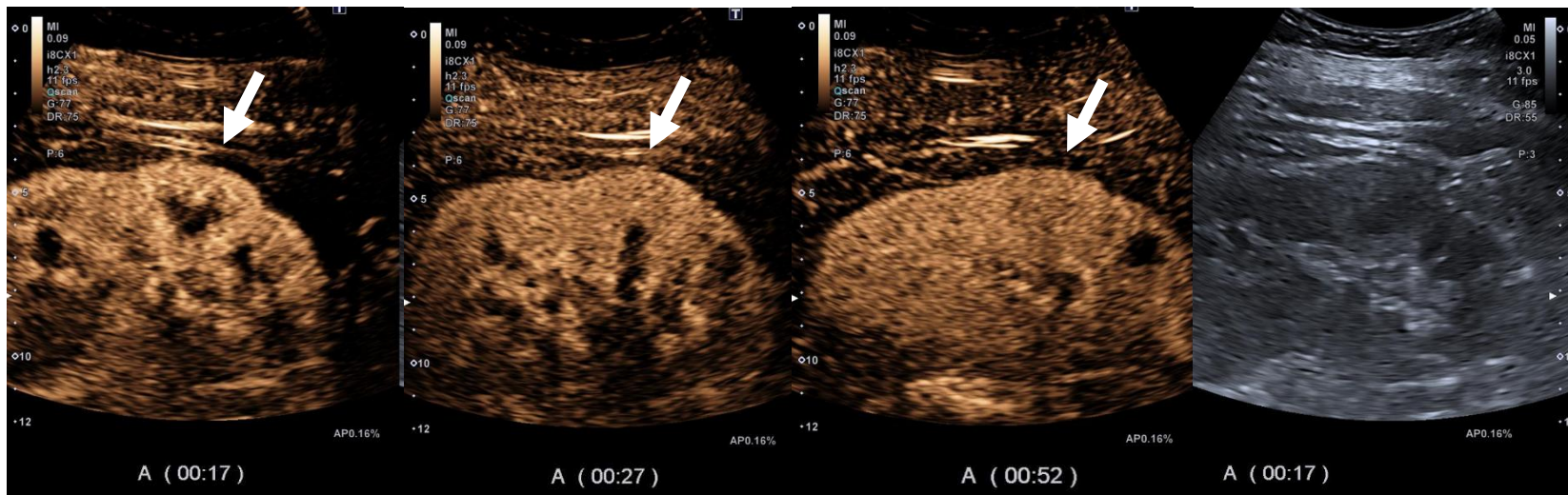
Otros hallazgos: Pseudoaneurismas, áreas de hipoperfusión y necrosis cortical.

2.3. Patología tumoral renal: Pseudotumores.

(6), (9).

La clave para la diferenciación de **pseudotumores** (Giba de dromedario, columna de Bertín hipertrofiada o lobulación fetal) mediante CEUS, es el **análisis del patrón de realce** y la **arquitectura vascular**.

Pseudotumor: Realce idéntico al parénquima en todas las fases y disposición vascular normal (sin vasos aberrantes ni interrupciones).



Tumor renal: Realce diferente en al menos 1 fase en intensidad o distribución (hasta un 5% pueden ser isorrealzantes).

Fig. 9. CEUS de RD con abombamiento cortical por posible lesión sólida con diagnóstico final de pseudotumor por realce idéntico al parénquima en las distintas fases (flechas).

2.3. Patología tumoral renal: Masas sólidas indeterminadas.⁽⁹⁾

CEUS permite por su elevada resolución, una **detección muy sensible** del **realce**, incluso en lesiones **subcentimétricas** y subtipos como el carcinoma papilar, con **hallazgos indeterminados** en los estudios de **TC** y **RM**.

Patrones sugestivos de **malignidad** (altamente específicos):

- **Hiporrealce arterial** a la corteza renal adyacente (ca papilares y cromófobos).
- **Hiperrealce arterial** con **lavado rápido**.

* **Lesiones benignas** como oncocitomas o angiomiolipomas **pueden simular** un **patrón tumoral**.

* La **ausencia de realce** en **CEUS** descarta la presencia de **vascularización**.

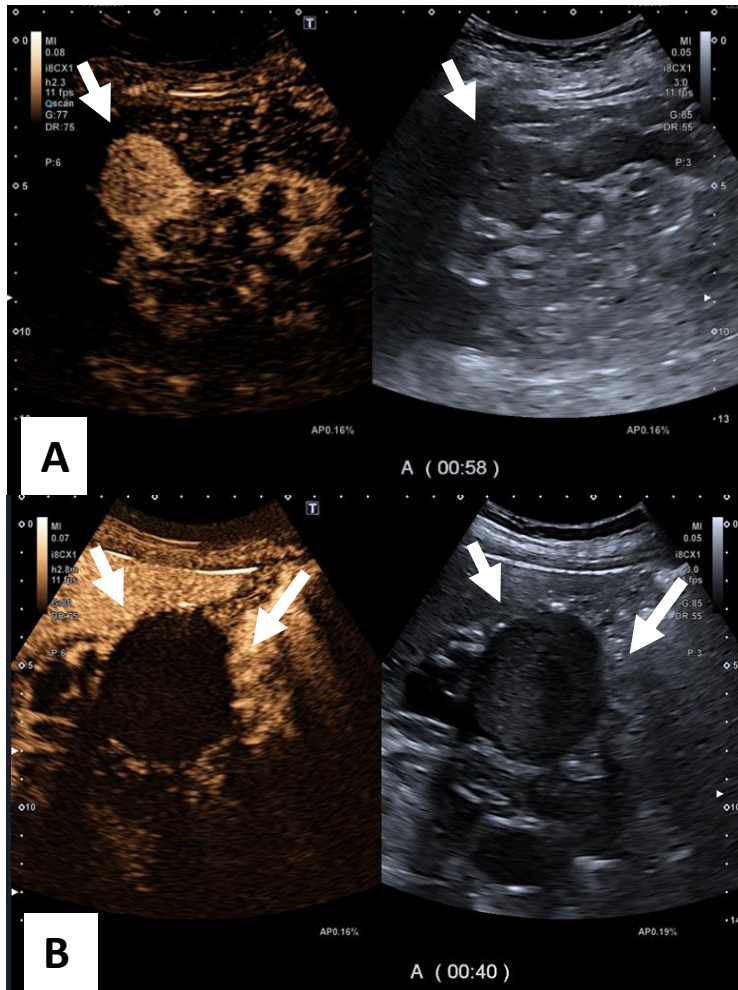


Fig. 10. A. Lesión indeterminada (flecha) en cortical de injerto renal. CEUS lesión sólida con cápsula con realce intenso.
B. Riñón con lesión ecogénica (flecha) que se comporta como lesión avascular con CEUS (Quiste hemorrágico).

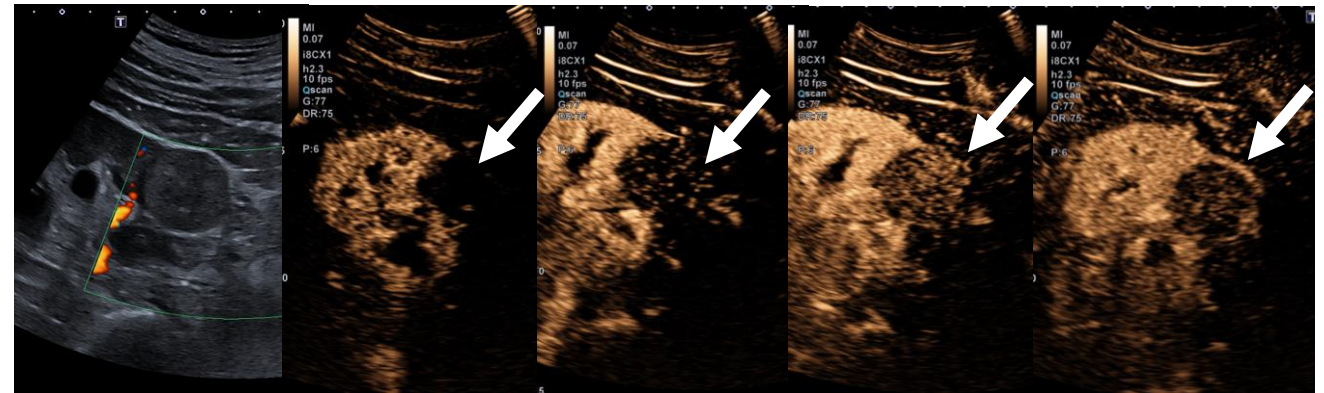


Fig. 11. CEUS de riñón izquierdo (RI) con lesión sólida (flecha) en polo superior con tenue realce (hipovascular) y leve lavado (Ca cromófobo).

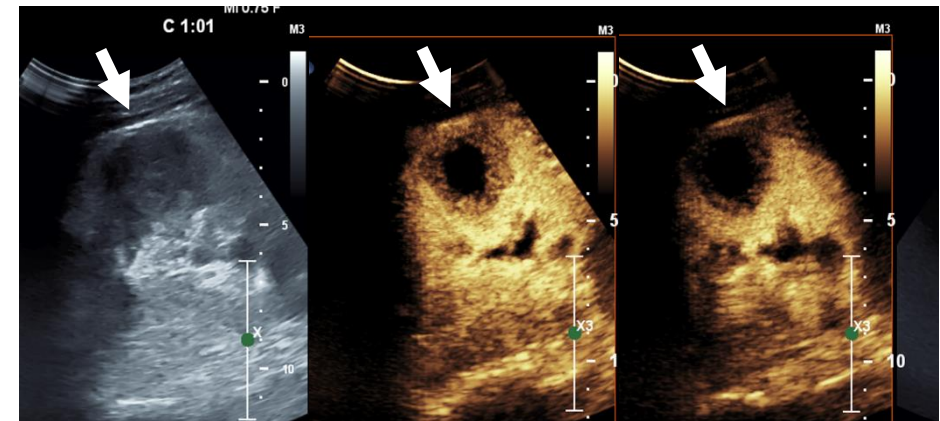


Fig. 12. CEUS de RD con lesión (flecha) con hiperrealce precoz y lavado progresivo con centro necrótico (metástasis en paciente oncológico).

2.3. Patología tumoral renal: Lesiones quísticas. (2), (6), (9).

CEUS tiene una **alta sensibilidad** para definir los **criterios morfológicos** y de **realce**, optimizando la **caracterización de las lesiones quísticas** según la clasificación de **Bosniak** (fundamentalmente: **grosor, irregularidad y nodularidad de paredes y septos**).

* CEUS es **más sensible** para detectar la **vascularización** de las lesiones, mostrando incluso capilares pequeños y **septos finos**, así como **engrosamientos murales** y pequeños **nódulos** con **mayor resolución temporal y espacial** que TC con contraste. Esto provoca que se puedan reclasificar las lesiones a categorías Bosniak superiores.

Criterios Bosniak propuestos para CEUS

(2).

Categoría I: Quiste de **pared fina** ($\leq 2\text{mm}$), sin irregularidades, septos ni calcificaciones, **sin realce** o pequeñas microburbujas aisladas en pequeños vasos que atraviesan la pared.

Categoría II: Quiste de **pared fina** y con **pocos septos** (1-3) **finos** ($\leq 2\text{ mm}$) y lisos, **sin realce** o pequeñas microburbujas aisladas en vasos pequeños de la pared o septos.

Ambas categorías **no** requieren **estudio** con **CEUS**

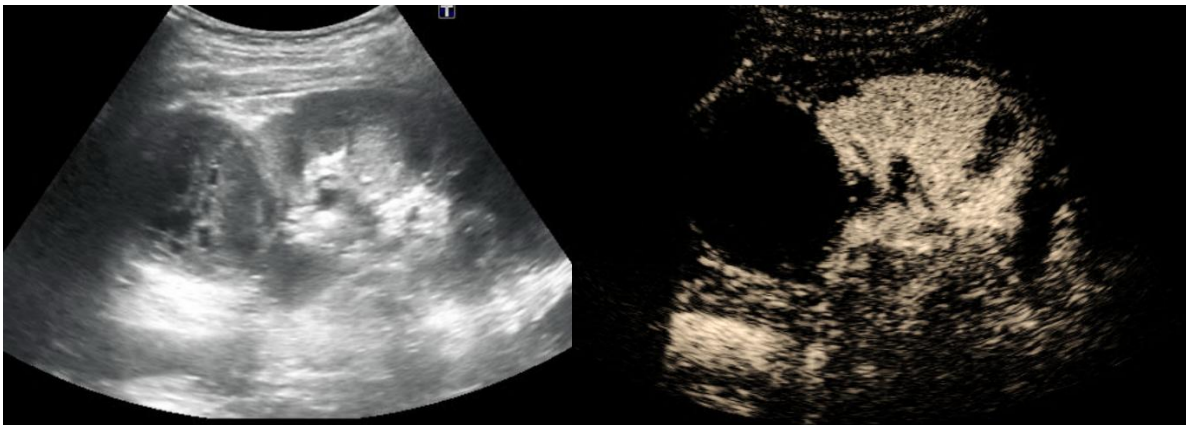


Fig. 13. RI con quiste con contenido ecogénico heterogéneo. CEUS ausencia de realce interno ni de pared (**Bosniak II**).

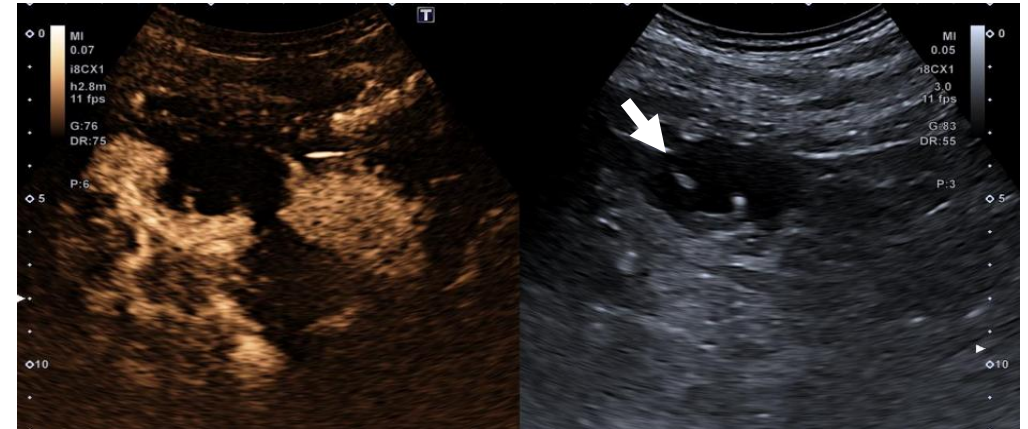


Fig. 14. CEUS de RI con quiste con un tabique fino (flecha) sin realce (**Bosniak II**).

Criterios Bosniak propuestos para CEUS

(2).

Categoría IIF

Requiere seguimiento

- **Múltiples septos (≥ 4) finos (2-3 mm) con tenue realce.**
- **Pared o septos mínimamente engrosados (3 mm) con realce** . Pueden tener contenido ecogénico, restos o mostrar calcificaciones que dificultan la valoración.
- Quiste que cumple criterios de categoría II pero que es **difícil la diferenciación** entre realce de las paredes o ausencia de realce.

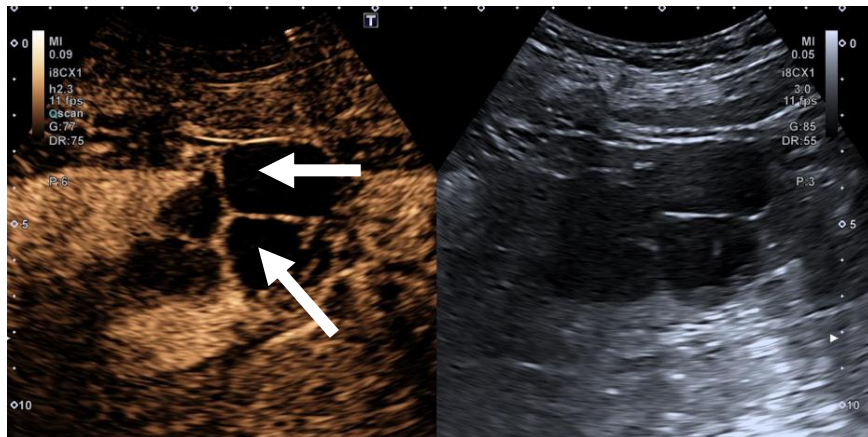


Fig. 15. Quiste con 4 tabiques finos (flechas) con tenue realce (**Bosniak IIF**).

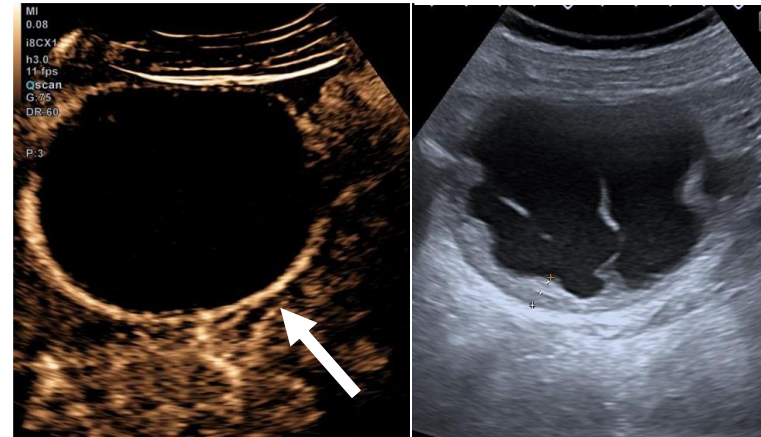


Fig. 16. Quiste con contenido ecogénico que muestra realce únicamente de la pared (flecha) de 3 mm (**Bosniak IIF**).

Criterios Bosniak propuestos para CEUS

(2).

Categoría III:

- Quiste con realce de 1 o más septos o pared gruesos ($\geq 4\text{mm}$).
- Quistes con realce irregular de paredes/septos ($>3\text{mm}$) o nódulo márgenes obtusos.

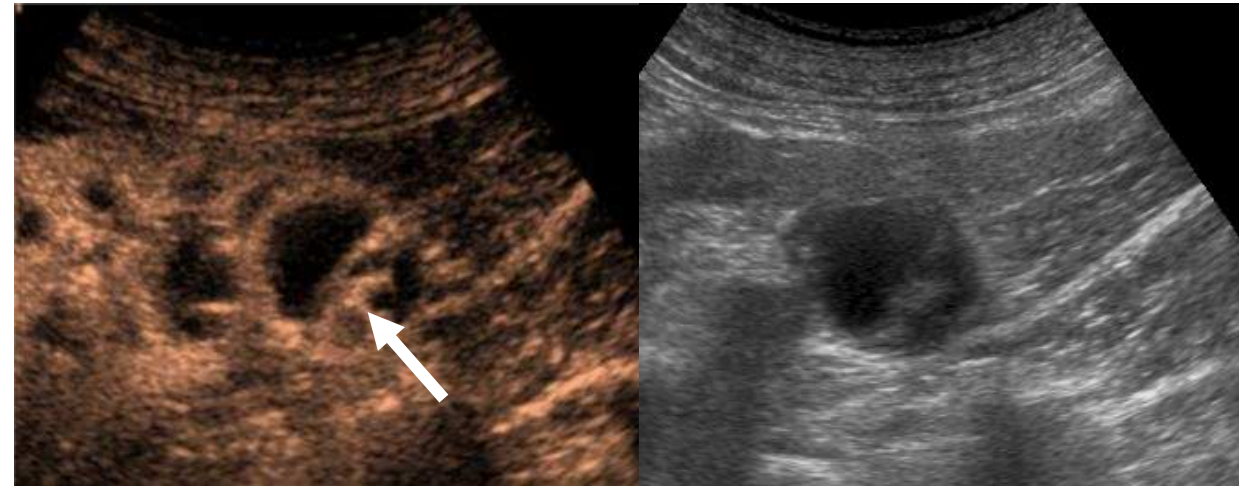


Fig. 17. CEUS de RI con realce de septo grueso (flecha) ($>4\text{mm}$) (Bosniak III).

*La **progresión** en esta categoría se define por la aparición de **nuevos nódulos** murales, **aumento del grosor** o **irregularidad septal**, más que por el tamaño global del quiste, cambios sutiles en los que la **CEUS es especialmente útil**.

Criterios Bosniak propuestos para CEUS

(2).

Categoría IV: Lesiones quísticas que cumplen los criterios de la categoría III que presentan también un **componente sólido con realce**, ya sean nódulos con **márgenes obtusos (≥ 4 mm)** o con **márgenes agudos de cualquier tamaño**.

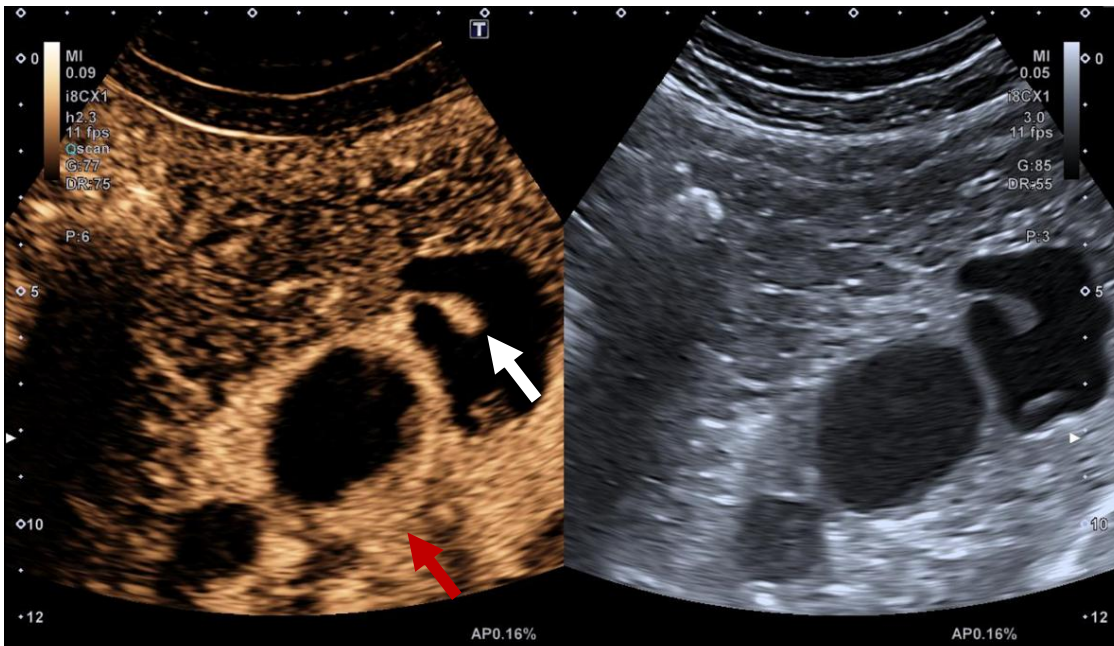


Fig. 18. CEUS de RI con quiste complejo con nódulo de 5 mm (flecha blanca) y pared gruesa (flecha roja) (**Bosniak IV**).

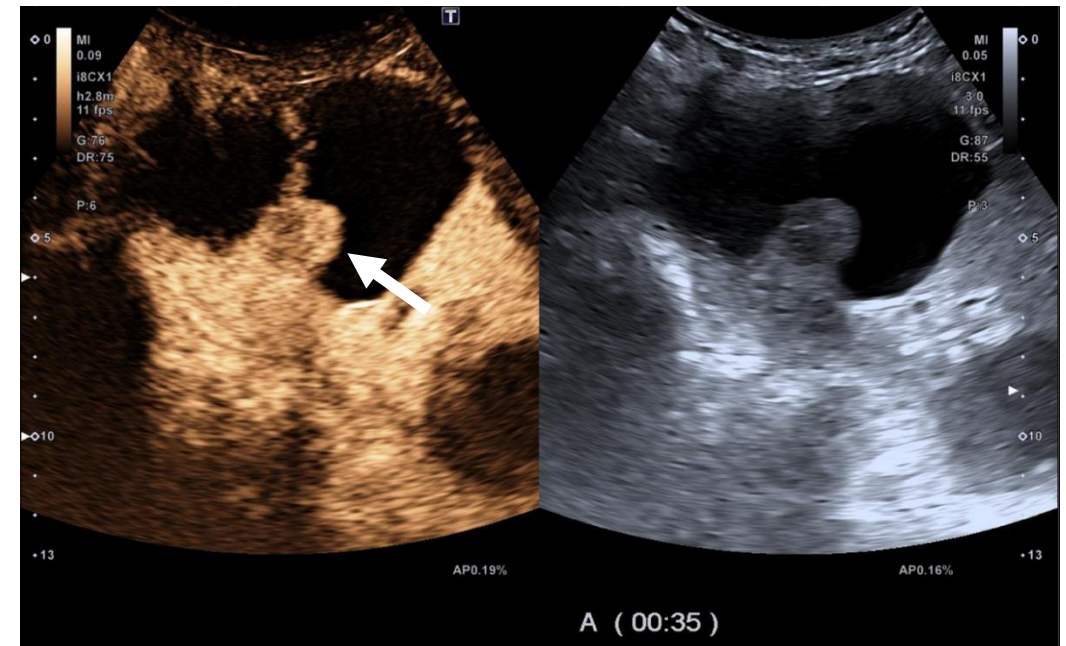


Fig. 19. CEUS de RI con quiste complejo con nódulo de ángulos agudos (flecha) (**Bosniak IV**).

2.4. Ablación percutánea tumoral y control posterior. (3), (4).

En los **tumores renales** de **pequeño tamaño** no candidatos a cirugía, es cada vez más frecuente el empleo de **técnicas de ablación**, guiadas por TC o ecografía, en su tratamiento (ablación por radiofrecuencia, por microondas o crioablación), con una eficacia comparable a la nefrectomía.

La **CEUS** es fundamental en el **seguimiento** de estas lesiones permitiendo la evaluación directa de la **vascularización residual** del lecho tratado, con alta concordancia con TC y RM para la **recurrencia local**.

* **Limitaciones:** **visualización** ecográfica **subóptima** del lecho (lesiones profundas, en polo superior o pacientes obesos) e incapacidad para valorar **metástasis a distancia**.

2.4. Ablación percutánea tumoral y control posterior. (3), (4).

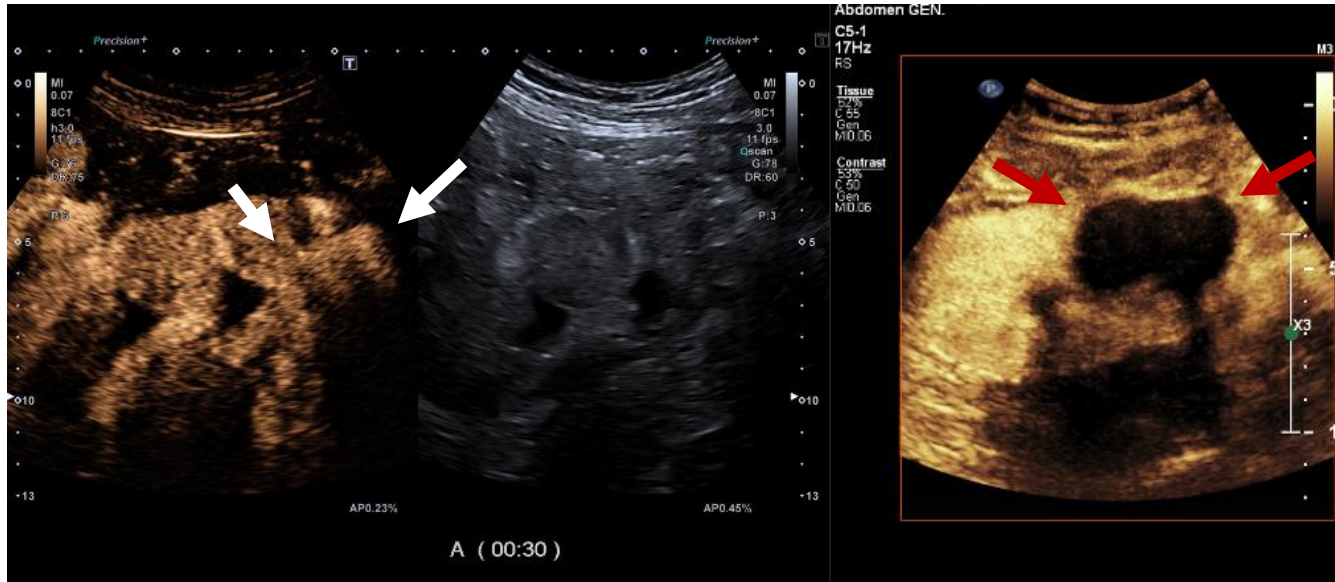


Fig. 20. CEUS de injerto renal con tumoración en polo inferior (flechas blancas) que tras el tratamiento muestra ausencia completa de realce (flechas rojas) por necrosis tumoral por ablación (respuesta completa).

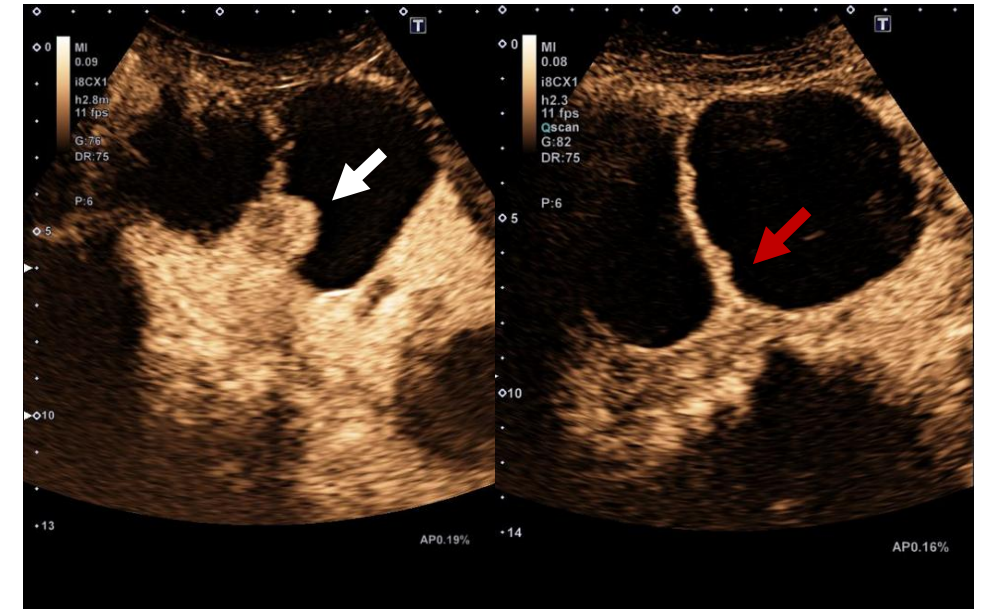


Fig. 21. CEUS de RI con nódulo sólido (quiste Bosniak IV) en polo inferior (flecha blanca) que tras tratamiento ablativo ha reducido su tamaño y muestra ausencia completa de realce (flecha roja) (respuesta completa).

Respuesta completa: ausencia de realce intralesional (necrosis tumoral).

(3), (4).

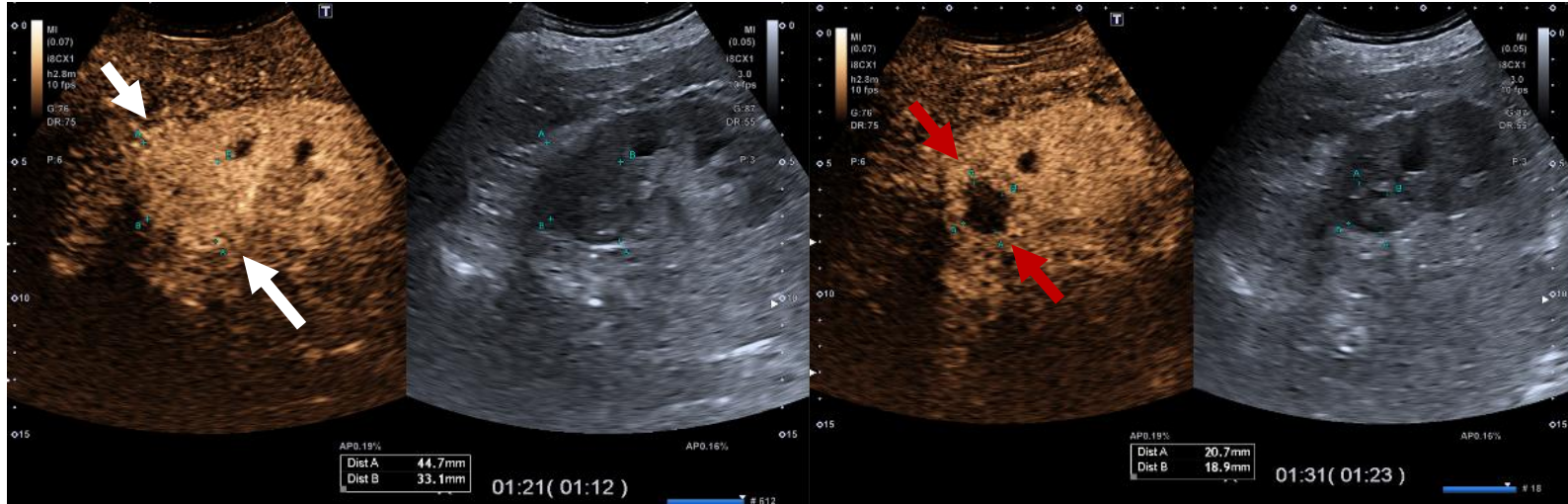


Fig. 22. CEUS de RI con tumoración en polo superior (flechas blancas) que tras el tratamiento ablativo muestra persistencia de realce anular (flechas rojas), con una pequeña zona de necrosis central (lesión residual).

Lesión residual: realce nodular o en anillo en el lecho.

* Realce **en anillo precoz**, se relaciona con cambios inflamatorios o hiperemia reactiva, y realce **intratumoral precoz**, por persistencia transitoria de vasos permeables, **no** deben confundirse con **lesión residual**.

Requieren **controles seriados** para su interpretación correcta.

2.5. Trasplante renal y patología isquémica.

(1), (10).

CEUS permite la caracterización precisa de las **complicaciones del injerto renal** después del trasplante, así como, de las complicaciones postbiopsia renal.

Podemos agruparlas en:

- Complicaciones **vasculares**.
 - Complicaciones **parenquimatosas**.
 - Complicaciones **postbiopsia**.
-

2.5. Trasplante renal y patología isquémica.

(1), (10).

Complicaciones vasculares:

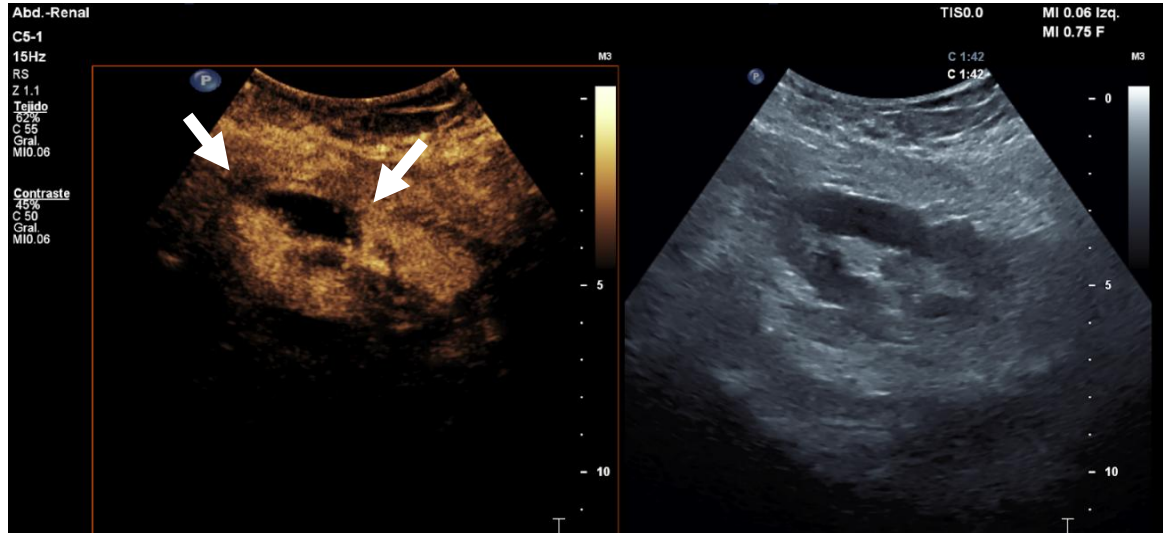


Fig. 23. CEUS de injerto renal con pequeño infarto segmentario en polo superior (flechas).

Infarto segmentario: áreas periféricas cuneiformes sin realce.

Estenosis arterial: visualización del segmento estenótico y retraso en el realce cortical y medular.

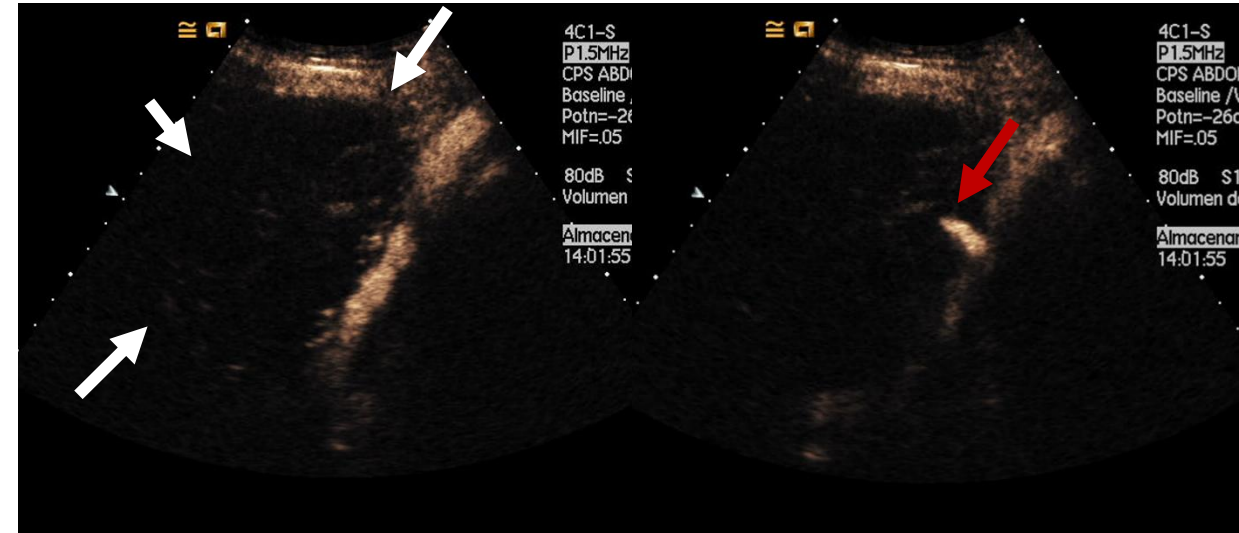


Fig. 24. CEUS de injerto renal con ausencia de realce (flechas blancas) con llenado de la arteria iliaca y stop en la arteria renal (flecha roja).

Trombosis arterial: ausencia completa de realce parenquimatoso y defecto de llenado abrupto en la arteria o anastomosis.

2.5. Trasplante renal y patología isquémica.

(1), (10).

Complicaciones vasculares:

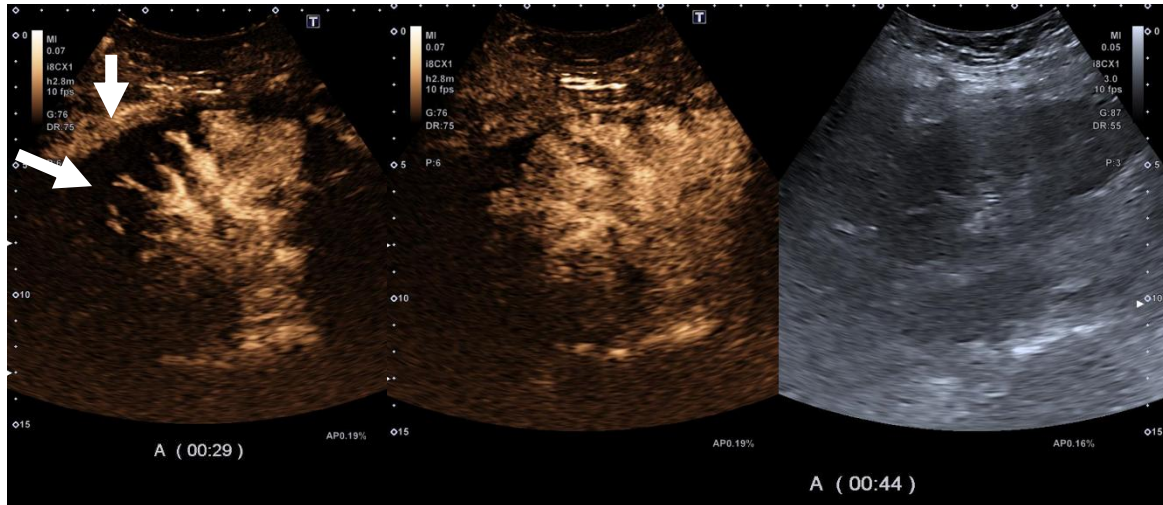


Fig. 25. CEUS de injerto renal con retraso de realce en polo superior (flechas) por trombosis parcial de la vena del mismo polo.

Trombosis venosa: retraso o ausencia de realce parenquimatoso por congestión, y posible colapso venoso.

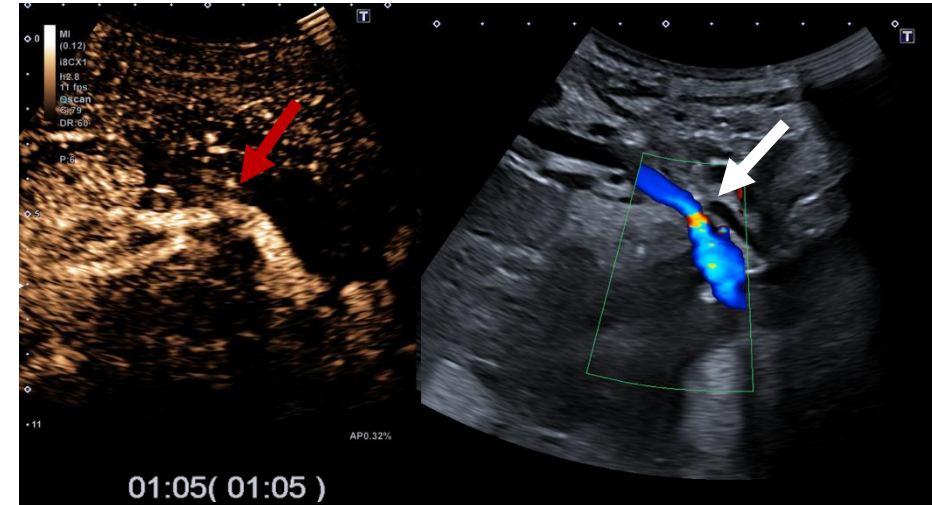


Fig. 26. CEUS de injerto renal con disminución de calibre de la vena renal (flecha roja) y velocidades aumentadas en estudio Doppler (flecha blanca).

Estenosis venosa: retraso del realce y cambio brusco del calibre venoso.

2.5. Trasplante renal y patología isquémica.

(1), (10).

Complicaciones parenquimatosas:

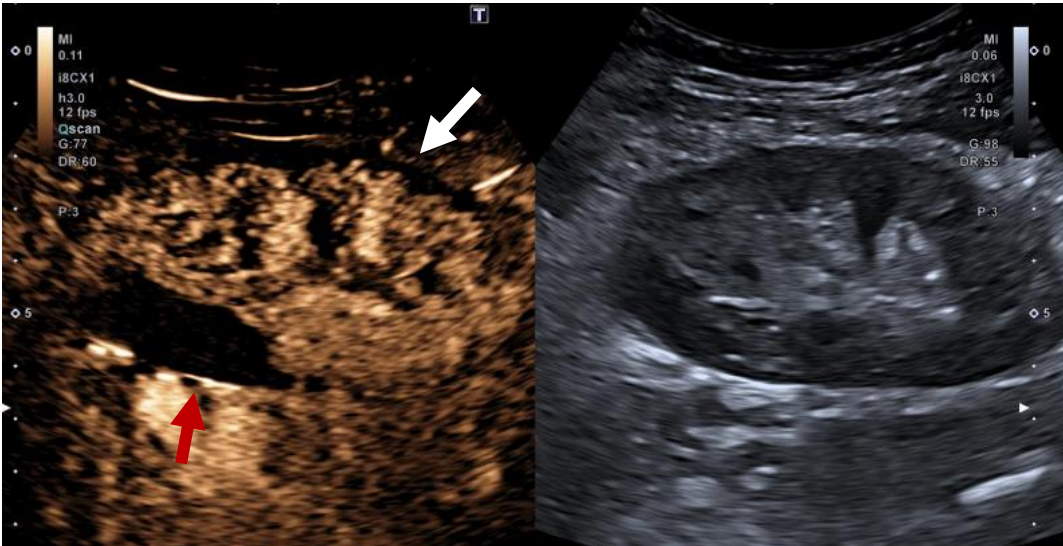


Fig. 27. CEUS de injerto renal con necrosis cortical periférica (flechas blancas) (signo del borde inverso) y hematoma subcapsular (flecha roja).



Fig. 28. CEUS de injerto renal con necrosis cortical completa (flechas).

Necrosis cortical: signo del borde inverso: realce medular conservado y ausencia de realce cortical (a veces fino realce capsular periférico).

Lesión tubular aguda: realce conservado y posible retraso de las fases cortical y parenquimatosa.

2.5. Trasplante renal y patología isquémica.

(1), (10).

Complicaciones postbiopsia:

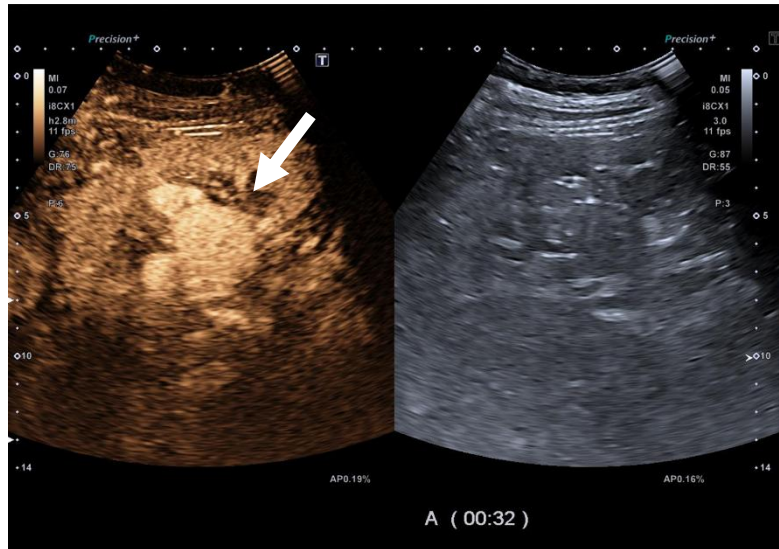


Fig. 29. CEUS de injerto renal con pseudoaneurisma (flecha) e hipertrofia de vasos venosos adyacentes.

Pseudoaneurismas: realce arterial precoz con llenado en remolino y persistencia transitoria del contraste.

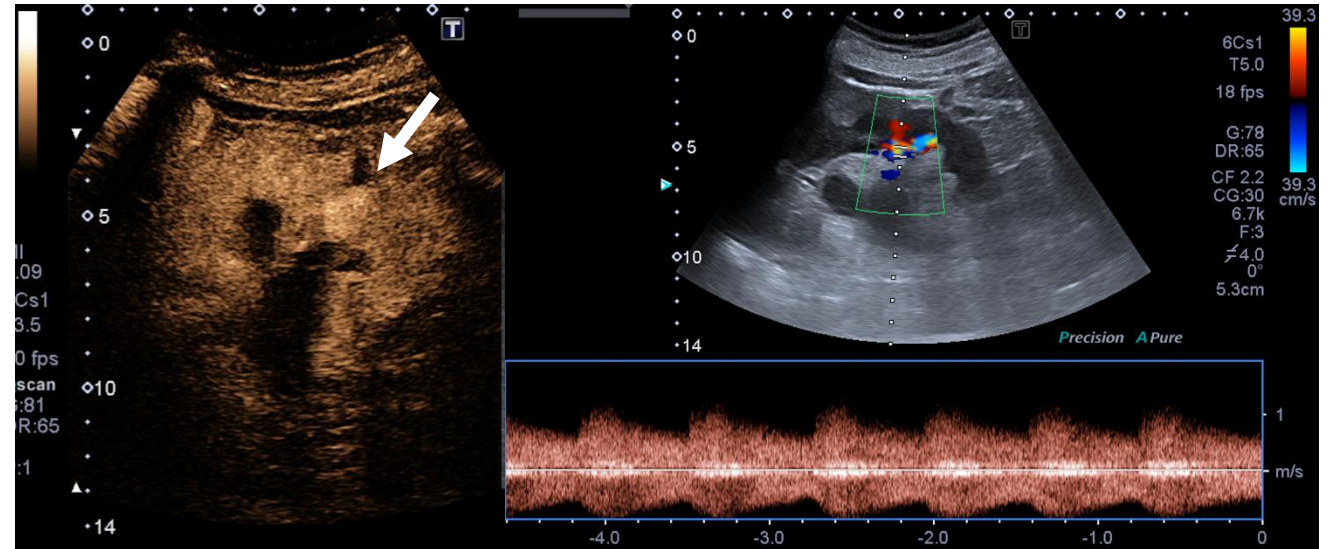


Fig. 30. CEUS de injerto renal con fístula arteriovenosa (flecha) confirmando alto flujo mediante estudio Doppler.

Fístulas arteriovenosas: realce venoso precoz con cortocircuito arteriovenoso.

Sangrado activo: *ver sección patología traumática.

3. Conclusiones

- La **CEUS** es una técnica **segura, dinámica** y altamente **sensible** para evaluar la **perfusión renal** en **tiempo real**, mejorando la caracterización de múltiples patologías renales **sin radiación ni nefrotoxicidad**, aunque con **algunas limitaciones**.
 - Permite detectar **alteraciones de la perfusión** y **diferenciar inflamación focal** del **absceso renal** en la **patología infecciosa**.
 - Facilita la **delimitación** de la extensión de **lesiones traumáticas** y su **control**, así como, la identificación de **defectos de perfusión** traumáticos.
-

3. Conclusiones

- Contribuye a la **caracterización** de **pseudotumores**, de **lesiones indeterminadas** por otras técnicas y a la clasificación de **lesiones quísticas**.
 - Permite valorar la **eficacia terapéutica** de las **ablaciones** tumorales y la detección precoz de **lesiones residuales** con alta concordancia con TC y RM.
 - Mejora la **detección** de las **complicaciones vasculares, parenquimatosas y postbiopsia** en el **injerto renal**.
-

Bibliografía

1. Fernández T, Sebastià C, Paño B, Muñoz DC, Vas D, García-Roch C, et al. Contrast-enhanced US in Renal Transplant Complications: Overview and Imaging Features. Radiographics. 23 de mayo de 2024;44(6):e230182. Disponible en: <https://doi.org/10.1148/rg.230182>
 2. Cantisani V, Bertolotto M, Clevert DA, Correias JM, Drudi FM, Fischer T, et al. EFSUMB 2020 Proposal for a Contrast-Enhanced Ultrasound-Adapted Bosniak Cyst Categorization – Position Statement. Ultraschall In Der Medizin - European Journal Of Ultrasound. 11 de diciembre de 2020;42(02):154-66. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/a-1300-1727>
 3. Aggarwal A, Goswami S, Das CJ. Contrast-enhanced ultrasound of the kidneys: principles and potential applications. Abdominal Radiology. 12 de febrero de 2022;47(4):1369-84. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35150315/>
 4. Bertolotto M, Bucci S, Valentino M, Currò F, Sachs C, Cova MA. Contrast-enhanced ultrasound for characterizing renal masses. European Journal Of Radiology. 16 de mayo de 2018;105:41-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30017297/>
 5. Fontanilla T, Minaya J, Cortés C, Hernando CG, Arangüena RP, Arriaga J, Carmona MS, Alcolado A. Acute complicated pyelonephritis: contrast-enhanced ultrasound. Abdom Imaging. 2012 Aug;37(4):639-46. doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21792579/>
-

Bibliografía

6. Sidhu P, Cantisani V, Dietrich C, Gilja O, Saftoiu A, Bartels E, et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version). *Ultraschall In Der Medizin - European Journal Of Ultrasound*. 6 de marzo de 2018;39(02):e2-44. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/a-0586-1107>
 7. Cagini L, Gravante S, Malaspina CM, Cesarano E, Giganti M, Rebonato A, et al. Contrast enhanced ultrasound (CEUS) in blunt abdominal trauma. *Critical Ultrasound Journal*. 15 de julio de 2013;5(S1):S9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/2036-7902-5-s1-s9>
 8. Panel WAE, Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, Biffl W, Leppaniemi A, et al. Kidney and uro-trauma: WSES-AAST guidelines. *World Journal Of Emergency Surgery*. 1 de diciembre de 2019;14(1):54. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13017-019-0274-x>
 9. Elbanna KY, Krishna S, Finelli A, Atri M. Contrast-Enhanced Ultrasound of the Indeterminate Renal Mass, From the AJR "How We Do It" Special Series. *American Journal Of Roentgenology*. 28 de febrero de 2024;223(6):e2430817. Disponible en: <https://doi.org/10.2214/ajr.24.30817>
 10. Morgan TA, Jha P, Poder L, Weinstein S. Advanced ultrasound applications in the assessment of renal transplants: contrast-enhanced ultrasound, elastography, and B-flow. *Abdominal Radiology*. 9 de abril de 2018;43(10):2604-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1585-1>
-