

37 Congreso
Nacional
CENTRO DE
CONVENCIONES
INTERNACIONALES

Barcelona
22/25
MAYO 2024

seram
Sociedad Española de Radiología Médica

FERM
FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE RADIOLOGÍA MÉDICA

RC | RADIOLEGS
DE CATALUNYA

Desafíos y Perspectivas del SMI en la Evaluación de la Función Renal mediante Ecografía Doppler: un Estudio en Pacientes Trasplantados

Manuel Rafael López de la Torre Carretero, Pablo Del Nido Recio, Miguel Barrio Piqueras, Daniel Alfonso Zambrano Andrade, Adolfo Manuel Delgado Brito, Carmen Mbongo Habimana, Ignacio González Crespo, David Cano Rafart

Clínica Universidad de Navarra, Pamplona

Contacto: mltorrec@unav.es

Introducción

A

Imagen Ecográfica Doppler

Técnica ecográfica que aprovecha el efecto Doppler (cambio en la frecuencia percibida de una onda producido por el movimiento relativo de la fuente respecto al observador) para evaluar las estructuras en movimiento como la sangre. Permite una valoración cualitativa de estructuras, así como la cuantificación de velocidad, flujo, dirección, índices...

Utiliza filtros que eliminan la señal recibida por debajo de cierto umbral de frecuencia, para evitar artefactos de movimiento, aunque esto supone una reducción en la sensibilidad para detectar vasos de menos de 0,1 mm.

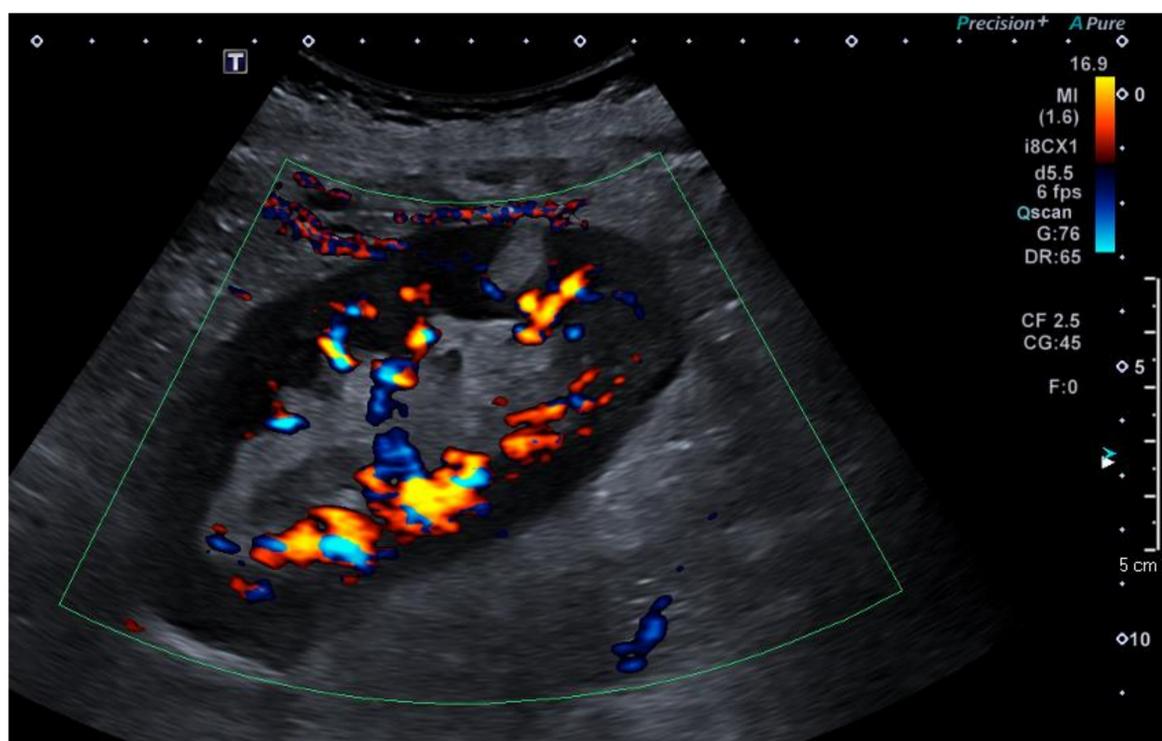


Imagen Doppler Color:

Aporta información de la presencia de flujo, velocidad media y dirección del flujo, superpuesta sobre una imagen en modo B, lo que permite una evaluación cualitativa rápida del tejido.

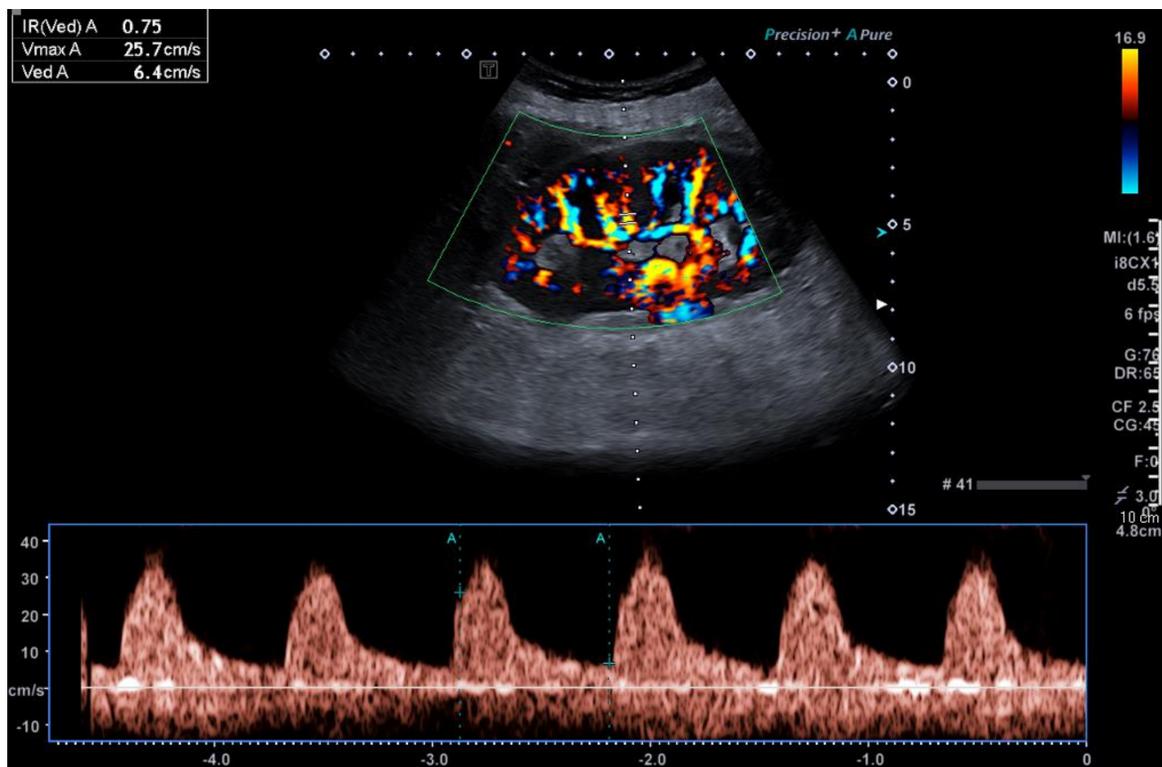


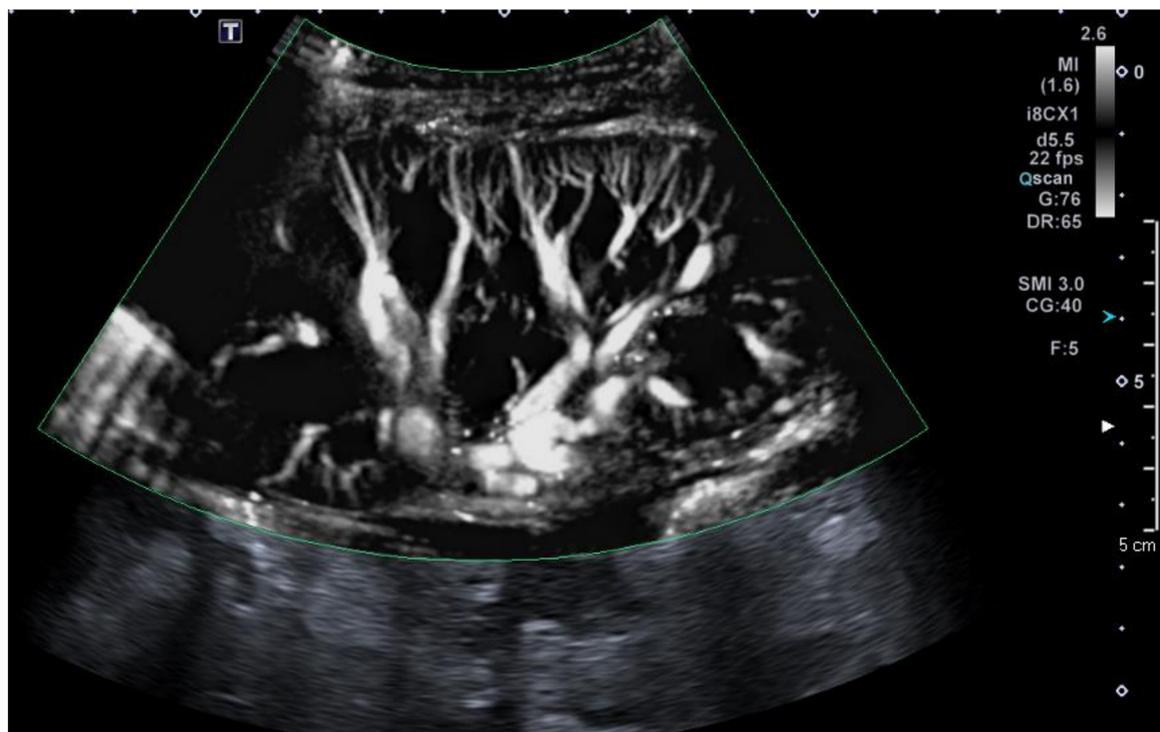
Imagen Doppler Espectral:

Se obtiene información en una ventana de 2-4 mm en la región de interés. Permite determinar la velocidad absoluta en cada momento, distintos patrones de flujo, fascisidad, pulsatilidad, aceleración, índices...

Introducción

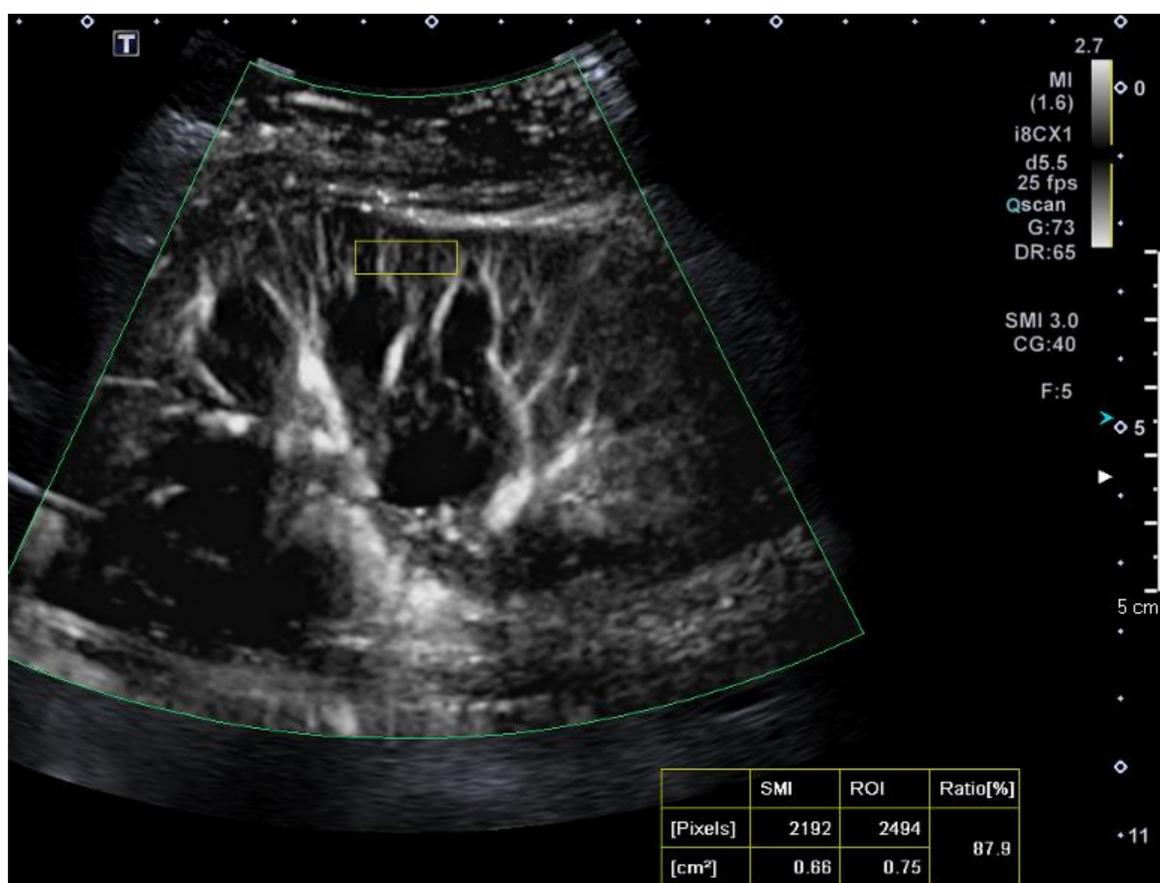
A

Imagen Doppler Microvascular (SMI, MVI, MFI, MV-Flow)



Superb Microvascular Imaging (SMI): Aplio™ i800, Canon Medical Systems Corporation, Tokyo, Japan.

Utiliza los mismos principios físicos que la imagen Doppler Color. Aplica algoritmos de correlación cruzada que eliminan el ruido y permiten la caracterización de vasos de pequeño calibre (alta sensibilidad para vasos <0,1 mm), aparte de los filtros de ruido aplicados en la imagen Doppler Color.



Permite una valoración cualitativa presentando una imagen de la vascularización fina sobre una imagen en modo B para mejor caracterización de estructuras.

Se pueden obtener valores cuantitativos con relevancia clínica, entre los que destaca el índice vascular, que representa el porcentaje de píxeles de la región de interés que presentan vascularización.

$$\text{Índice Vascular (SMI)} = \frac{\text{Doppler Pixels}}{\text{Total Pixels}} \times 100$$

Introducción

B

Seguimiento Ecográfico en Trasplante Renal

Valoración Inicial

Ecografía Doppler en <24h

Seguimiento

- Clínica
- Imagen
- Analítica

Complicaciones

Vascular

- **Estenosis de la arteria renal:** Habitualmente en torno a la anastomosis o en la arteria ilíaca común. Zona de "aliasing" en el estudio Doppler arterial.
- **Estenosis de la vena renal:** aumento en el flujo Doppler venoso en el segmento afectado.
- **Trombosis del injerto:** suele derivar en pérdida del injerto.
 - Trombosis arterial: no se identifica flujo en el estudio Doppler.
 - Trombosis venosa: pérdida de la diferenciación corticomedular, sin flujo venoso.
- **Fístula:** "aliasing" fuera de los vasos normales con señal Doppler desorganizada alrededor.
- **Pseudoaneurisma:** parece un quiste simple pero con señal Doppler vascular en su interior.

Urológica

Suele producirse en las primeras semanas y requerir diagnóstico/tratamiento invasivo.

- **Obstrucción urinaria:** estenosis del tercio distal del uréter, coágulos de sangre. No producen dolor cólico (injerto denervado), por lo que debe relacionarse la imagen con datos analíticos (creatinina).
- **Fuga urinaria:** se asocia a infección (inmunosupresión post trasplante).
- **Hematoma:** deben considerarse secuelas normales postquirúrgicas. Colección hipoeoica con áreas internas hiperecogénicas que evolucionan hacia la organización.
- **Urinoma:** colección hipoeoica sin contenido ecogénico ni septos.
- **Linfocele:** colección hipoeoica con/sin septos que corresponde con acúmulo linfático por rotura del drenaje.
- **Absceso:** colección mal definida con/sin septos/material ecogénico.

Nefrogénica

Suele requerir biopsia guiada por imagen para su diagnóstico.

- **Rechazo:** en rechazo hiperagudo se debe retirar el injerto inmediatamente, no suele realizarse prueba de imagen. En rechazo agudo se observa edema con aumento del volumen renal y disminución del flujo diastólico (aumento de la resistencia). El rechazo crónico ocurre años tras el trasplante y muestra atrofia cortical, inespecífica.
- **Necrosis tubular aguda:** No presenta hallazgos típicos, imagen similar al rechazo agudo.
- **Nefropatía crónica del injerto:** fibrosis intersticial y atrofia tubular. Se puede estudiar mediante elastografía o, preferiblemente, biopsia.
- **Neoplasias:** por inmunosupresión. Hematológicas, carcinoma de células renales, etc.

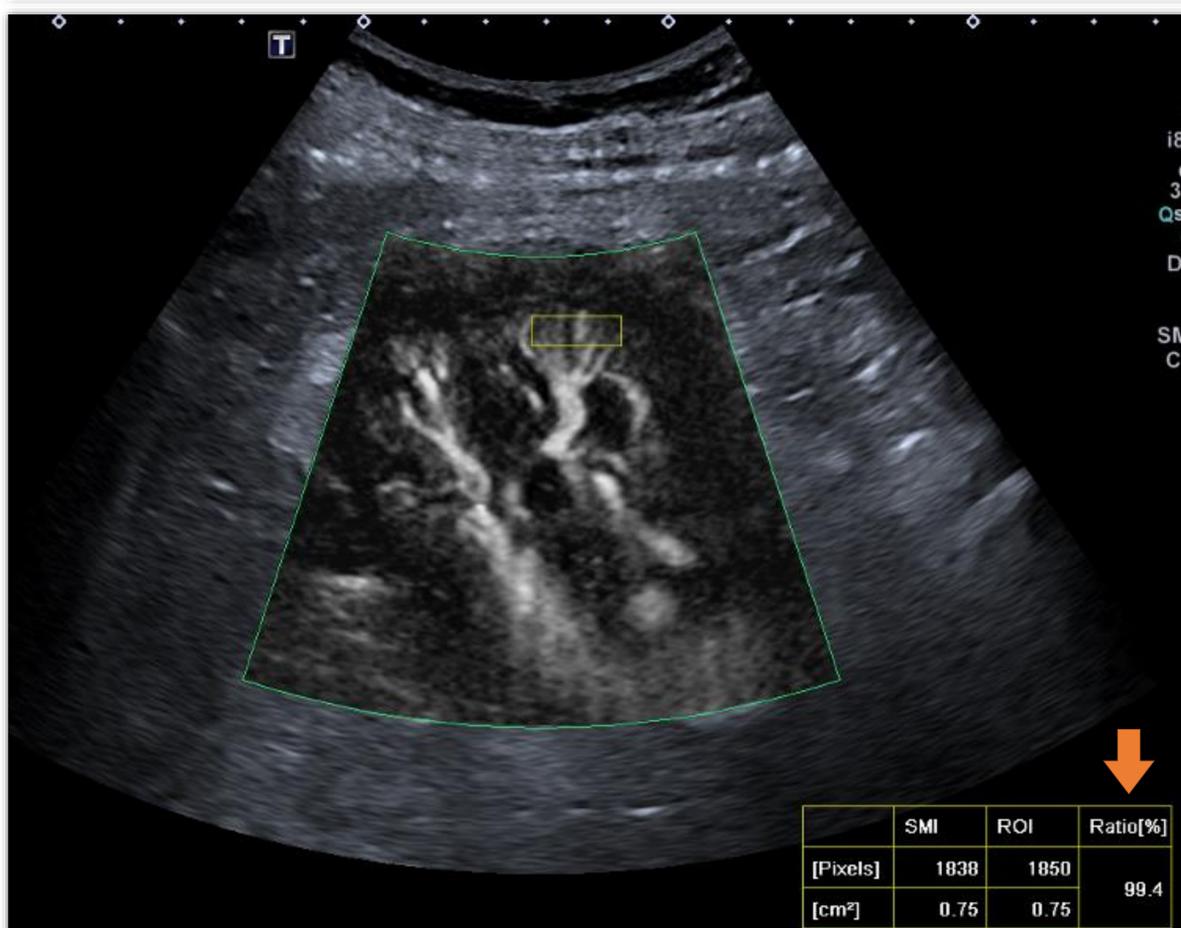
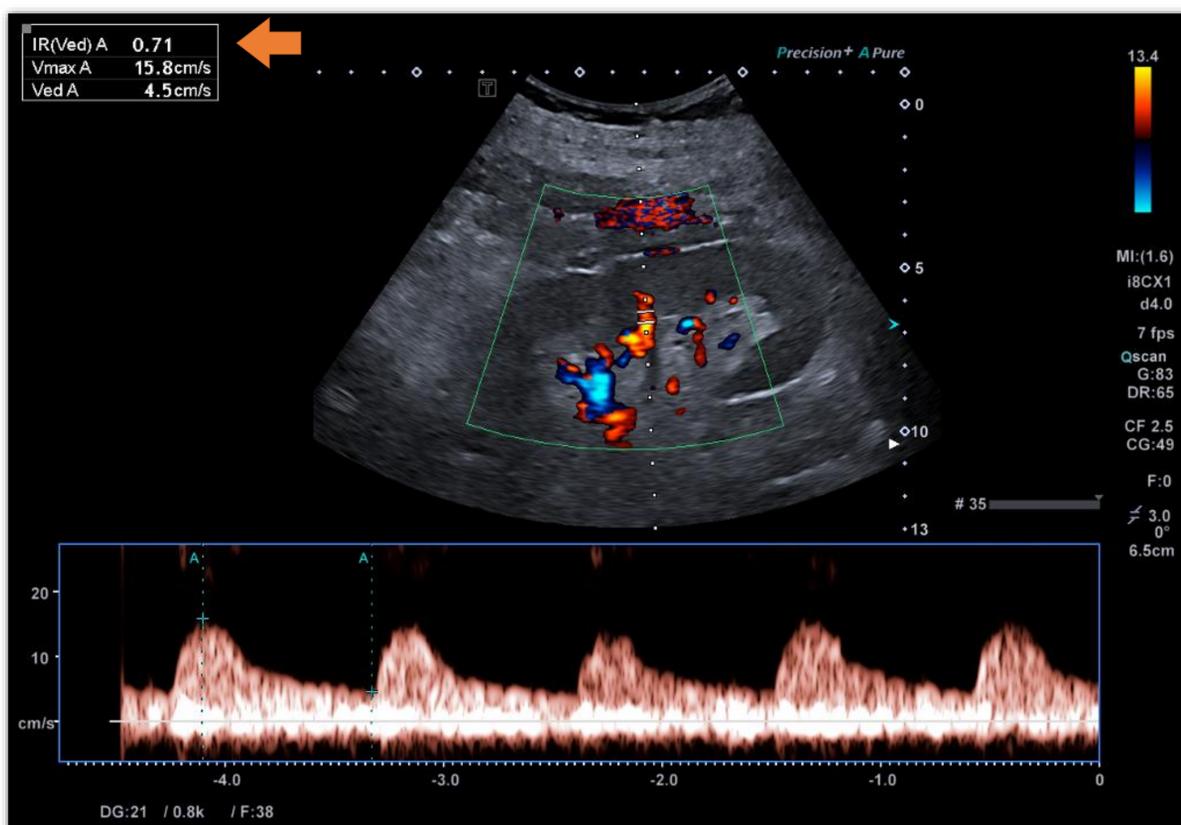
Introducción

C

Casos Clínicos Representativos

1

Paciente de 67 años con antecedentes personales síndrome metabólico e hígado graso (HTA, diabetes mellitus, hiperuricemia, dislipemia), múltiples episodios de pancreatitis aguda, intervención por prótesis total de cadera y varios ingresos por neumonía y bacteriemia. Padece una enfermedad renal crónica estadio V secundaria a síndrome nefrótico, por la que se encuentra en programa de diálisis desde 2019. Recibe un trasplante renal en abril de 2023.



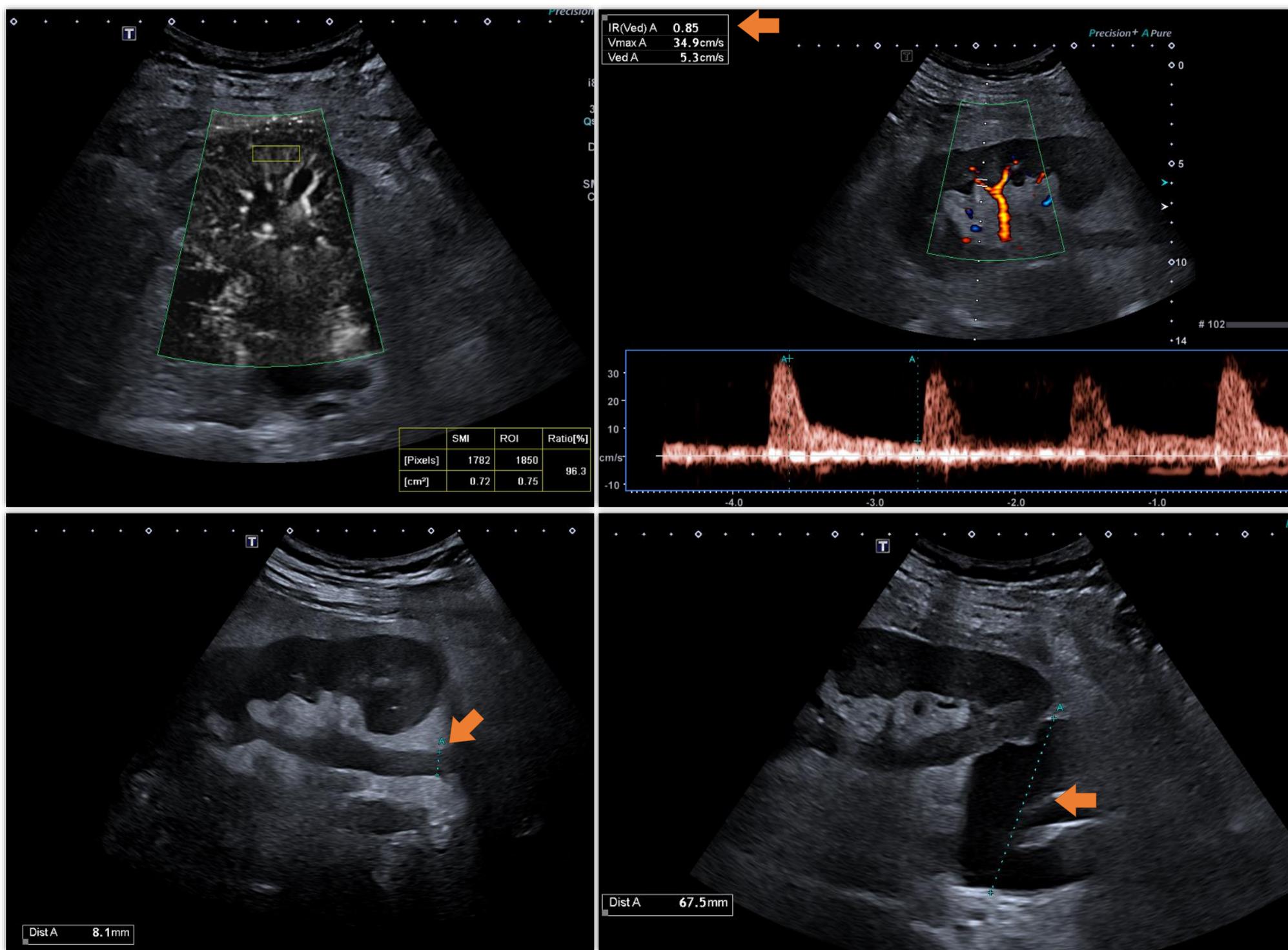
Se realiza un estudio dirigido de ecografía Doppler renal en el que se evidencia un índice de resistividad normal (0,71), así como un índice vascular adecuado (99%). No se identifican alteraciones estructurales significativas.

Introducción

C

Casos Clínicos Representativos

En la revisión del paciente al mes se evidencian patrones analíticos en aumento (Urea hasta 217mg/dL, Creatinina hasta 7 mg/dL, filtrado glomerular CKD-EPI-Cr de 9, Na de 131 mg/dL, etc). El paciente refiere malestar general, sin otros síntomas.



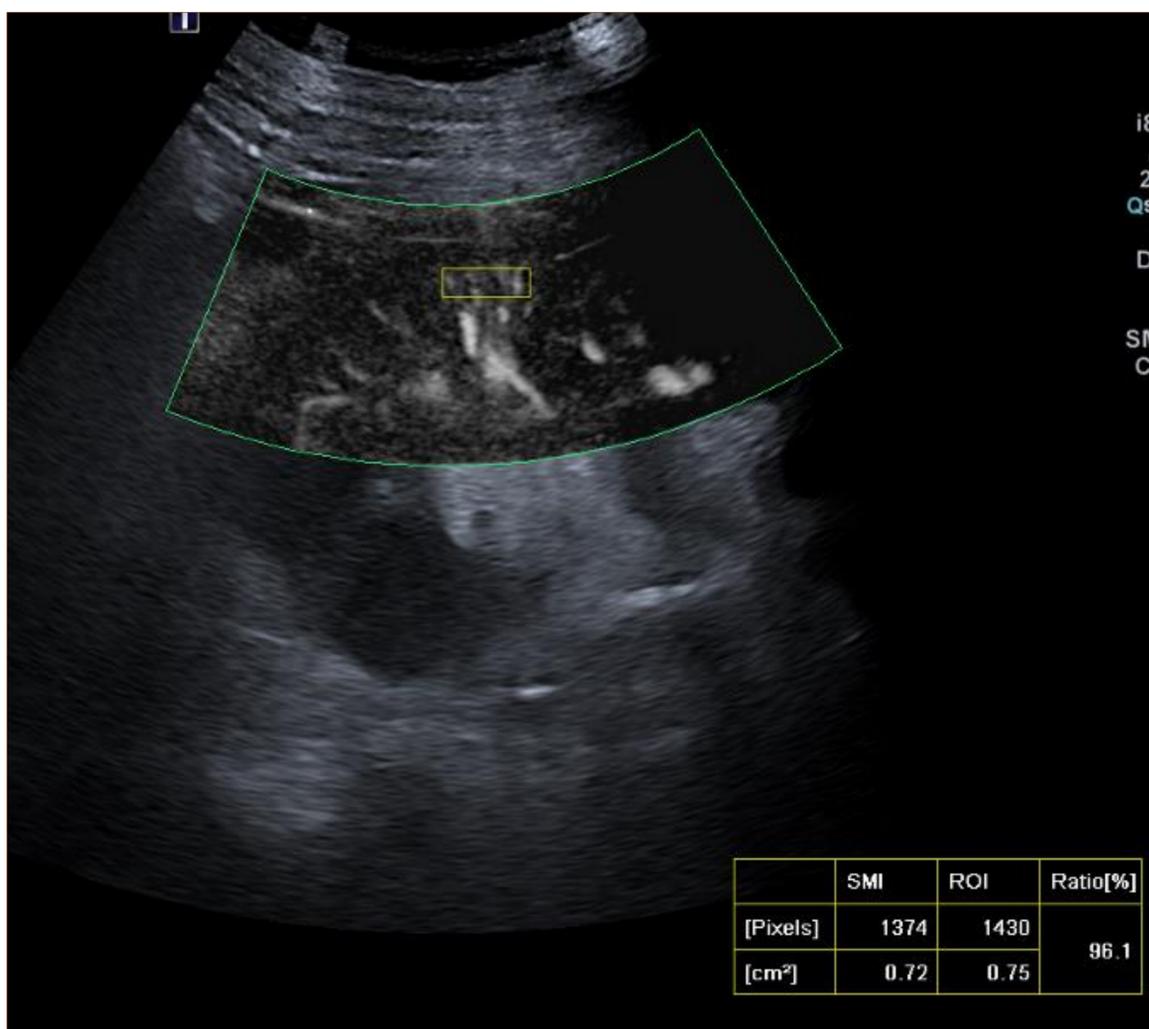
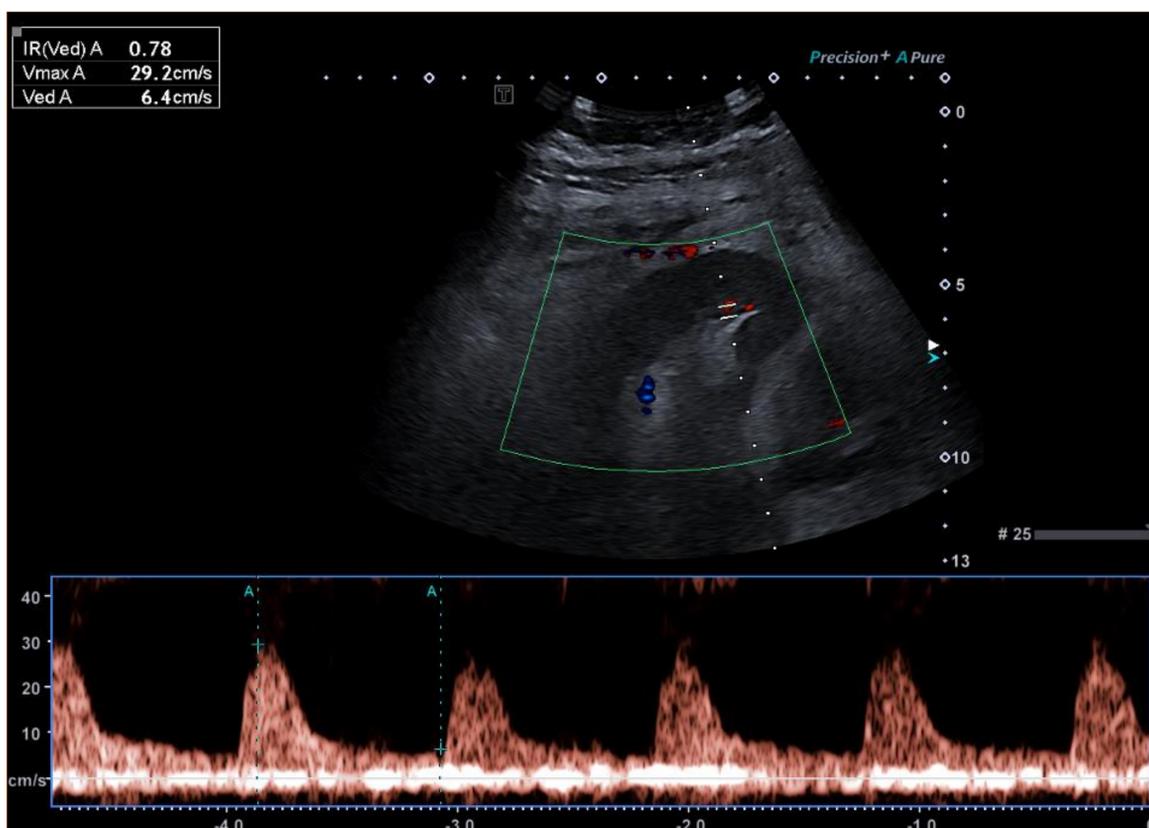
Se realiza un estudio de Ecografía Doppler en el que se evidencian índices de resistividad aumentados (0,85) y un ligero descenso del índice vacuar dentro de la normalidad (96%). Se evidencia una colección postquirúrgica multiloculada de 6,7 cm de diámetro, así como una leve ureterohidronefrosis (II/IV). Se decide laparoscopia exploradora para caracterización de posible linfocele vs absceso periinjerto con posible compresión de la vía urinaria.

Introducción

C

Casos Clínicos Representativos

Se realiza resección del linfocelo que comprimía la vía urinaria. Los parámetros analíticos mejoran, con Urea de 131mg/dL, creatinina de 2mg/dL y FGe (CKD-EPI-Cr) de 30mL/min.



Un estudio de Ecografía Doppler renal muestra resolución de la ureterohidronefrosis, así como descenso en los índices de resistividad y un ligero aumento en el índice vascular.

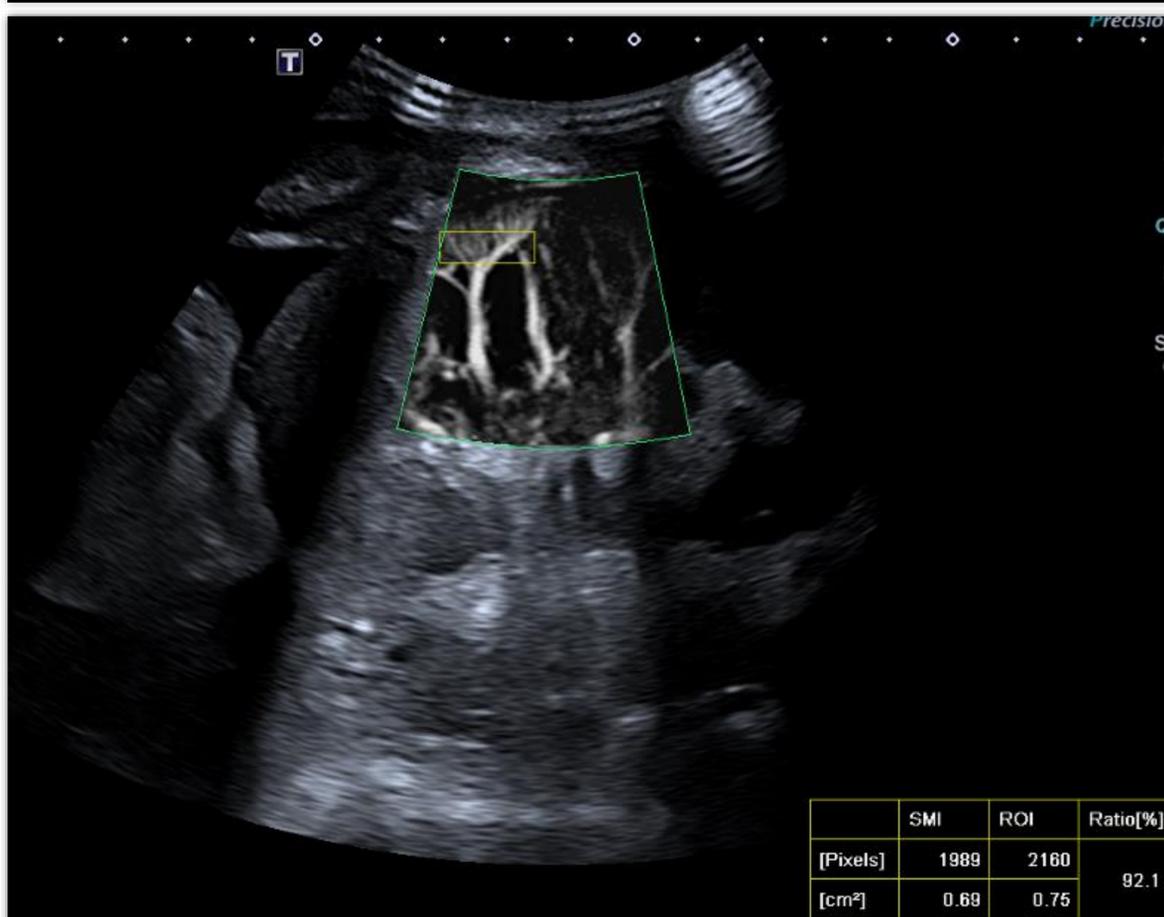
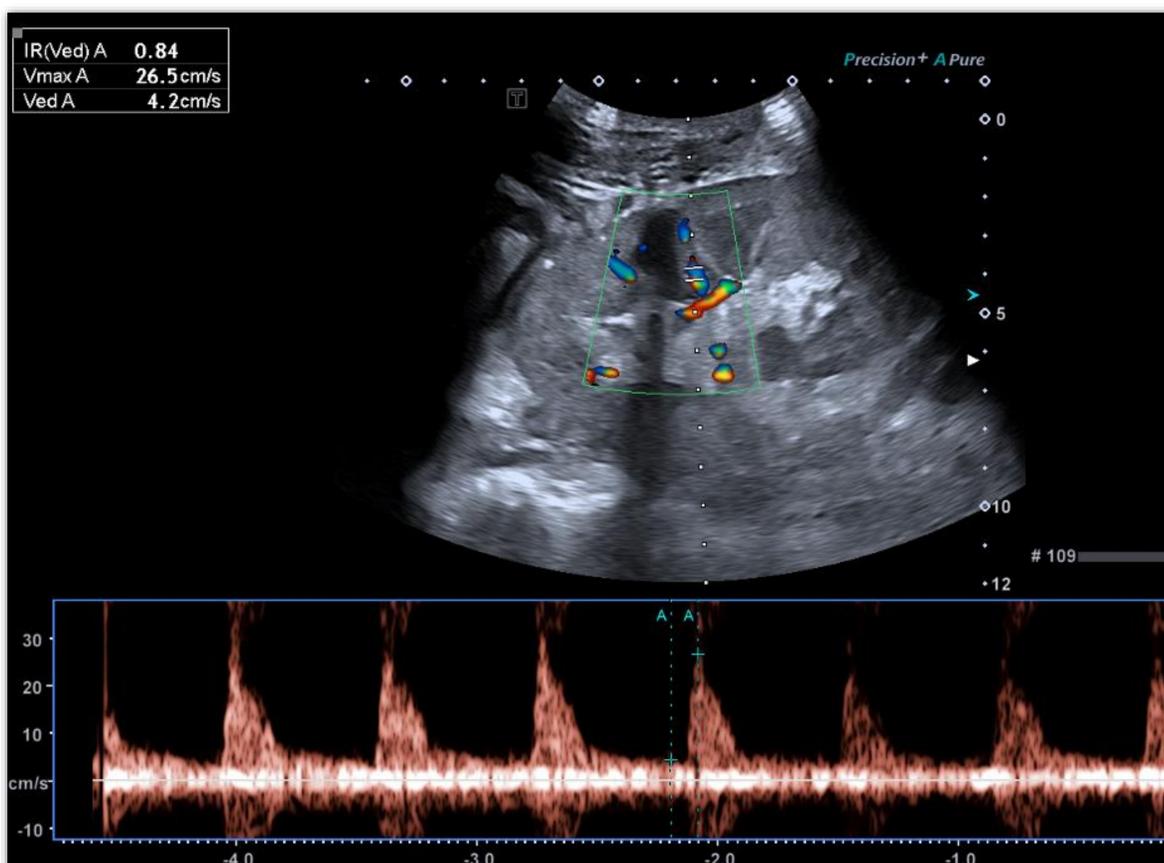
Introducción

C

Casos Clínicos Representativos

2

Paciente de 35 años que padece Lupus Eritematoso Sistémico con afectación cutánea, articular y nefritis clase IV con múltiples tratamientos, lleva en programa de diálisis desde 2018. Se realiza trasplante renal en junio de 2023.



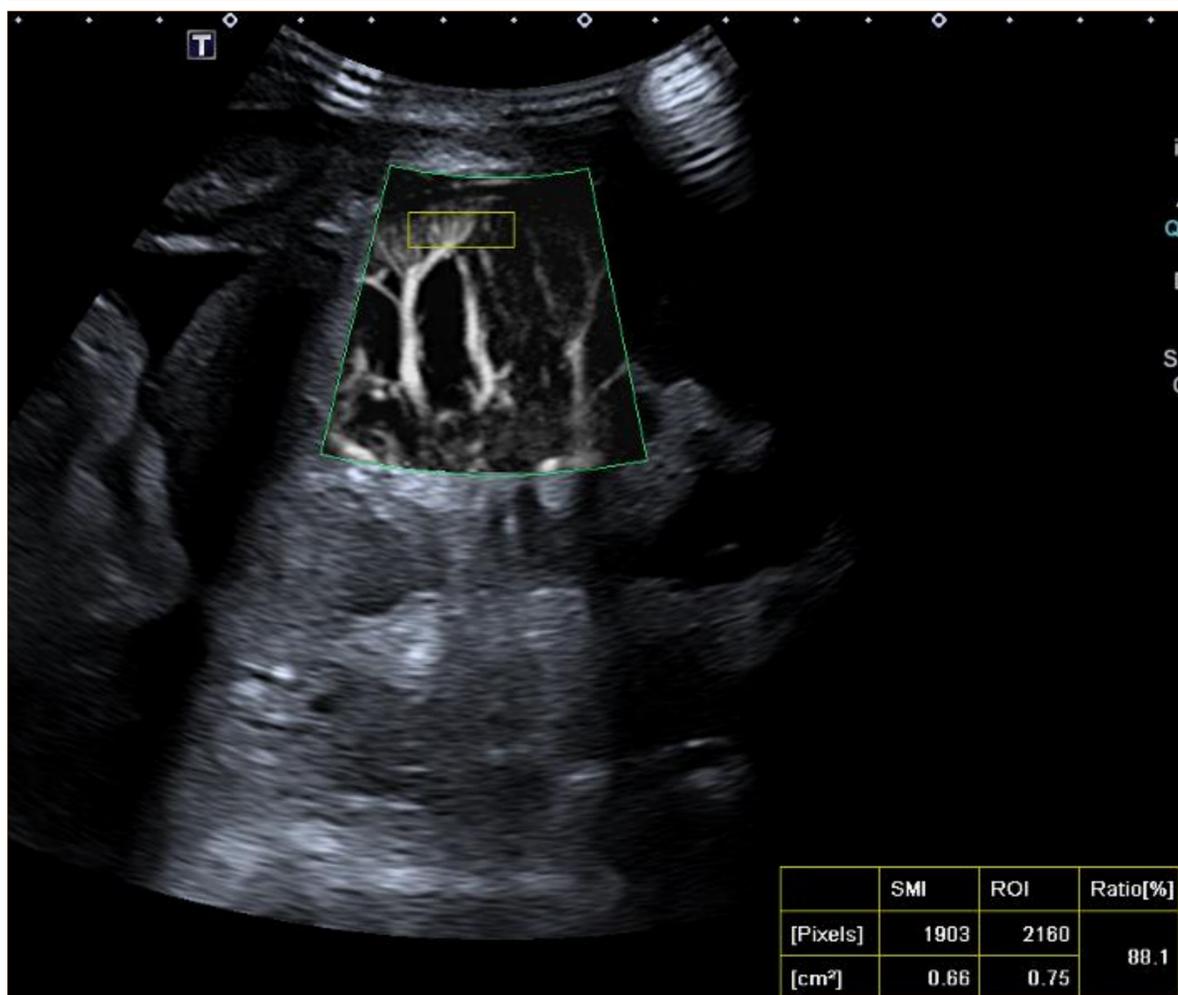
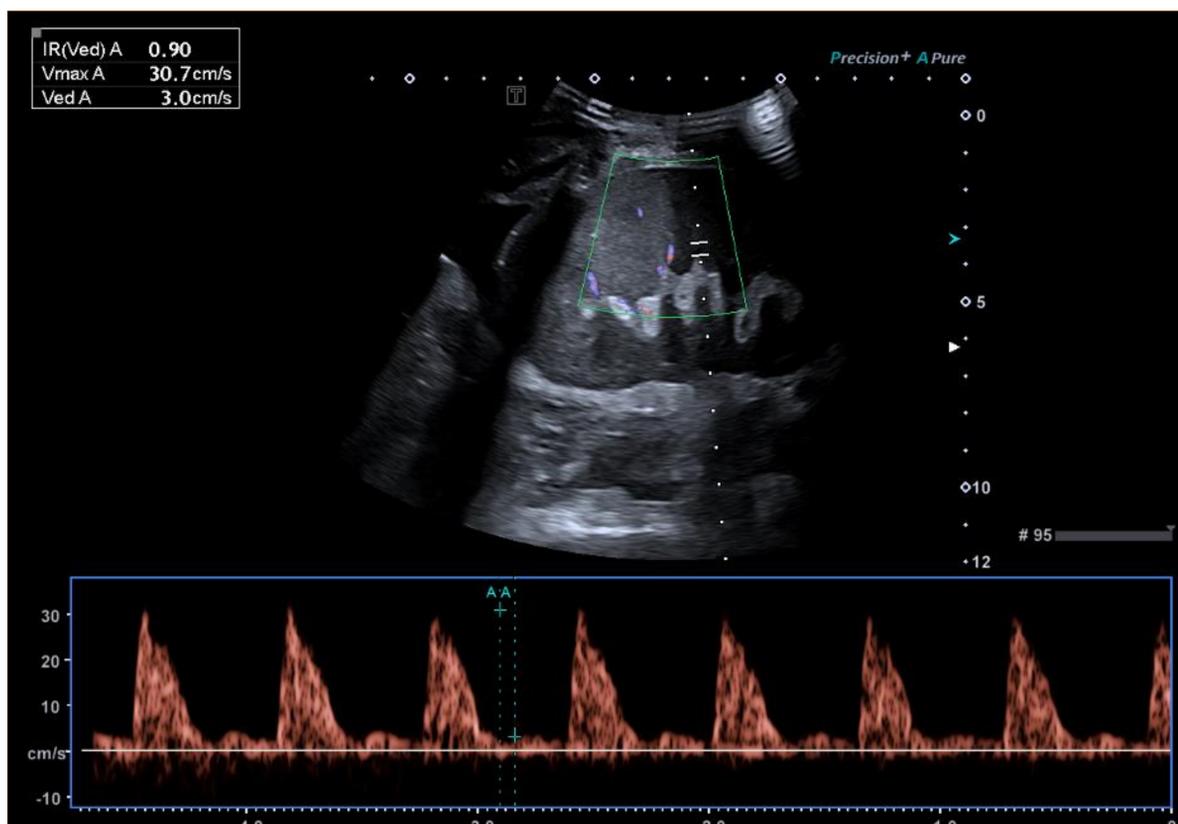
En el estudio de ecografía Doppler renal a las 24h se observa un riñón de morfología normal con elevación de índices de resistividad y un índice vascular del 92%.

Introducción

C

Casos Clínicos Representativos

48h tras el trasplante presenta un pico febril, por lo que se inicia tratamiento con Ceftriaxona. La paciente evoluciona con oliguria, tendencia a la acidosis y aumento tanto de los niveles de creatinina (hasta 8,4) como de Urea (hasta 239). Se realiza biopsia renal que pone de manifiesto rechazo agudo, por lo que se administra dosis de choque esteroideo.



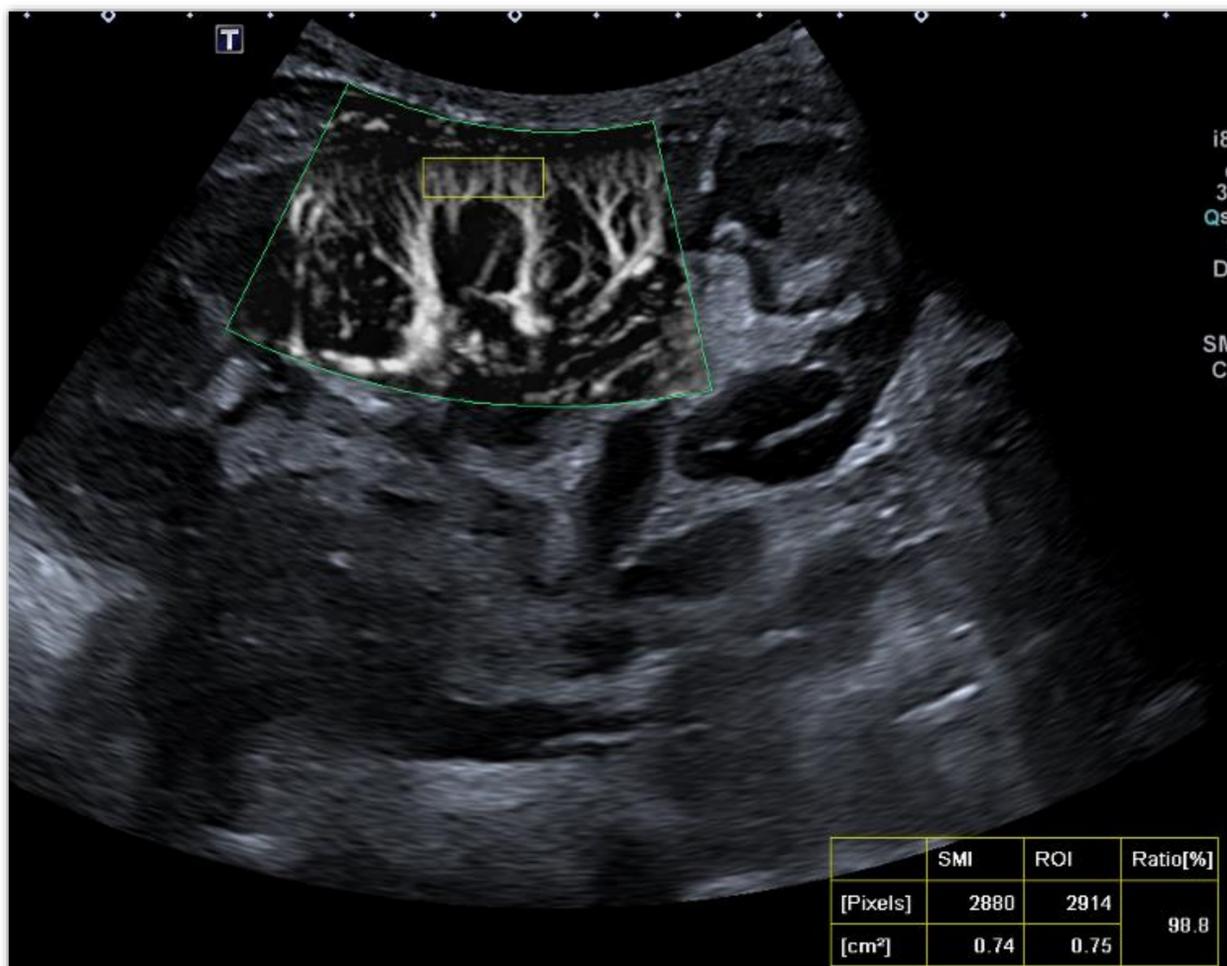
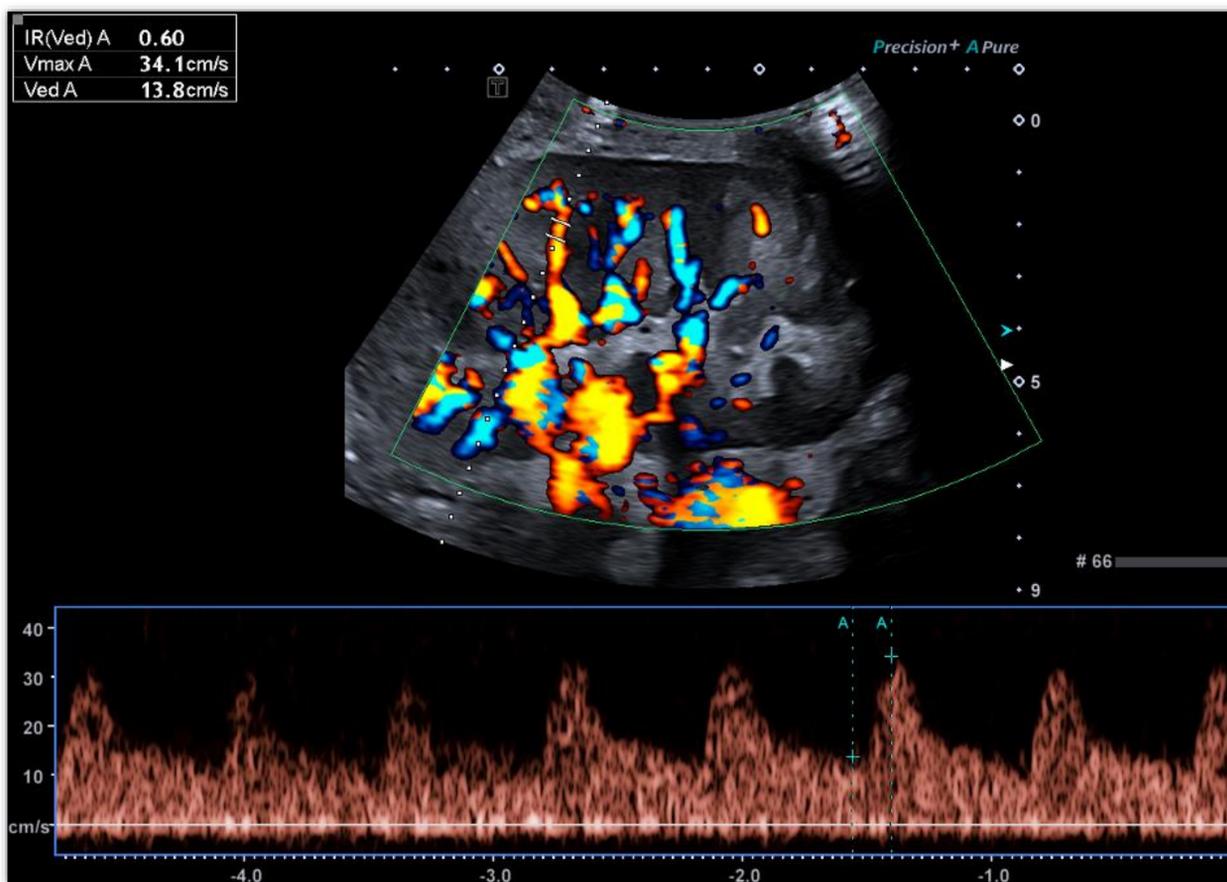
El estudio de ecografía Doppler renal pone de manifiesto un aumento de índices de resistividad con disminución del índice vascular, si otras alteraciones.

Introducción

C

Casos Clínicos Representativos

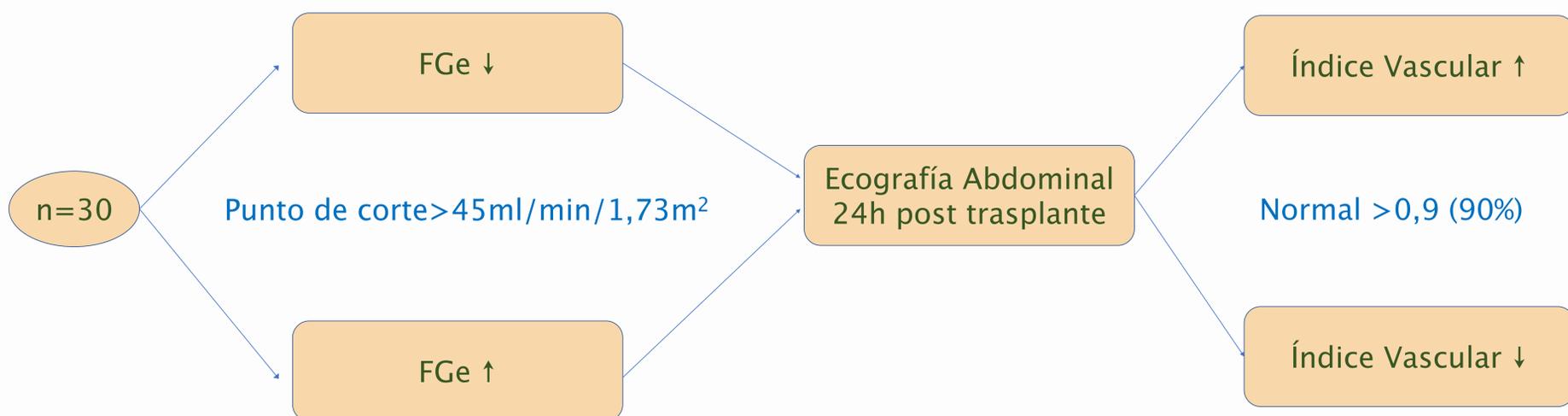
La paciente permanece hospitalizada durante una semana, evolucionando hasta encontrarse asintomática. Los parámetros analíticos han vuelto a la normalidad.



Se realiza un control ecográfico que muestra normalización de los índices de resistividad e índice vascular

Objetivo

Objetivo: Establecer asociación entre el Índice Vascular SMI y el filtrado glomerular estimado en pacientes trasplantados de riñón.



	n= 30	FGe <45 ml/min/1,73m ² n=11	FGe >45 ml/min/1,73m ² n=19
Sexo Varones, n (%)	16 (53)	6 (54)	10 (53)
Edad (años)	56,63 (44-66)	56,75 (44-69)	59,90 (36-63)
Hipertensión Arterial, n (%)	18 (60)	9 (81)	9 (47)
Diabetes Mellitus, n (%)	6 (20)	3 (27)	3 (15)
Tacrolimus, n (%)	25 (83)	9 (81)	16 (84)
Tiempo desde trasplante (meses)	26 (6-109)	15 (5-47)	41 (11-145)

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de la muestra. FGe: Filtrado glomerular estimado. Los valores de FGe están expresados como media y desviación estándar. Los valores de edad y tiempo de trasplante se expresan como mediana y rango intercuartílico.

Material y Métodos

1 Cálculo del Filtrado Glomerular (FGe)

Las guías de práctica clínica KDIGO 2022 son el referente internacional actual en la evaluación y manejo de pacientes con enfermedad renal crónica (ERC).

En cuanto a la clasificación de los distintos grados de ERC utilizan los parámetros analíticos filtrado glomerular estimado y albúmina en orina, clasificando a los pacientes en colores en cuanto a su riesgo de progresión o complicaciones derivadas de la enfermedad.

Los pacientes en riesgo por su ERC son los clasificados como **amarillos**, **naranjas** o **rojos**, así como los que pertenecen a una categoría **verde** pero presentan alguna causa externa de ERC.

Rossing P, Caramori ML, Chan JCN, Heerspink HJL, Hurst C, Khunti K, et al. KDIGO 2022 clinical practice guideline for diabetes management in chronic kidney disease.

			Categorías de albuminuria (descripción y rangos ^a)			
			A1	A2	A3	
			Normal o ligeramente elevada	Moderadamente elevada	Gravemente elevada	
			<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol	
Categorías de TFG (m/min/1,73 m ²) (descripción y rangos)	G1	Normal o elevado	≥90	Verde	Amarillo	Naranja
	G2	Ligeramente disminuido	60-89	Verde	Amarillo	Naranja
	G3a	Ligera a moderadamente disminuido	45-59	Amarillo	Naranja	Rojo
	G3b	Moderada a gravemente disminuido	30-44	Naranja	Rojo	Rojo
	G4	Gravemente disminuido	15-29	Rojo	Rojo	Rojo
	G5	Insuficiencia renal	<15	Rojo	Rojo	Rojo

Todos nuestros pacientes, por ser trasplantados renales, presentan una causa externa de ERC. Sin embargo, dado que nuestro objetivo involucra únicamente el FGe, hemos utilizado como punto de corte >45ml/min/1,73m². Éste es el punto en el que, independientemente de la albúmina en orina, se considera riesgo moderado.

1.1 Cálculo de CKD-EPI-Creatinina

$$\text{FGe (CKD-EPI-Cr)} = 141 \times \min(\text{Cr}_s/\text{K}, 1)^\alpha \times \max(\text{Cr}_s/\text{K}, 1)^{-1,209} \times 0,993^{\text{edad}} \times (1,018 \text{ si mujer}) \times (1,159 \text{ si raza negra})$$

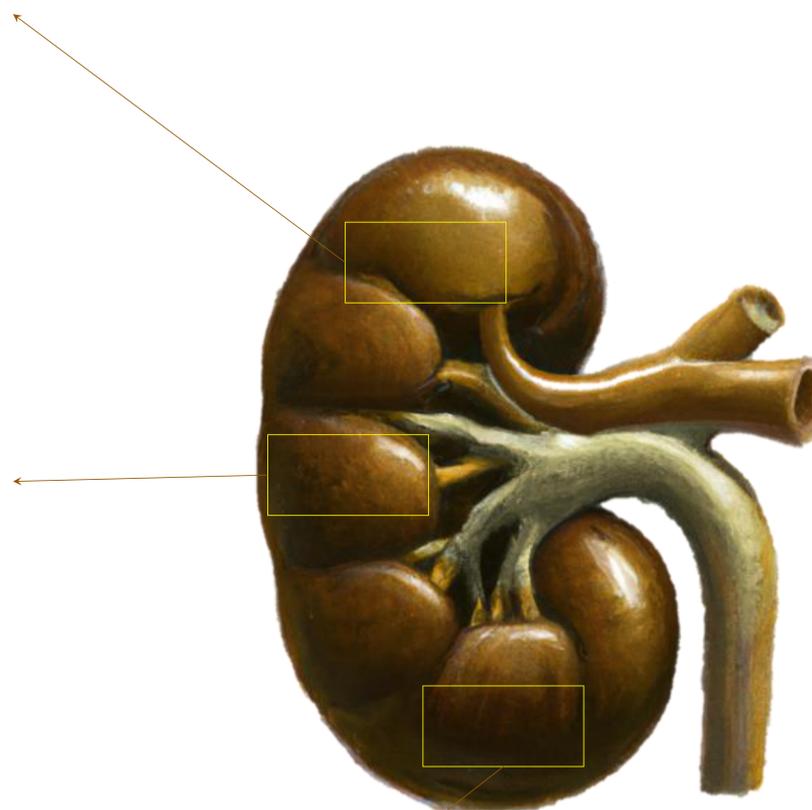
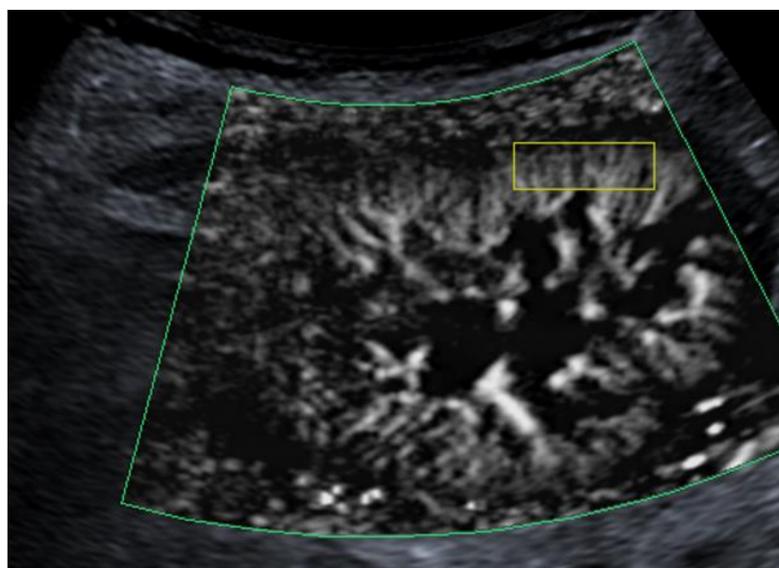
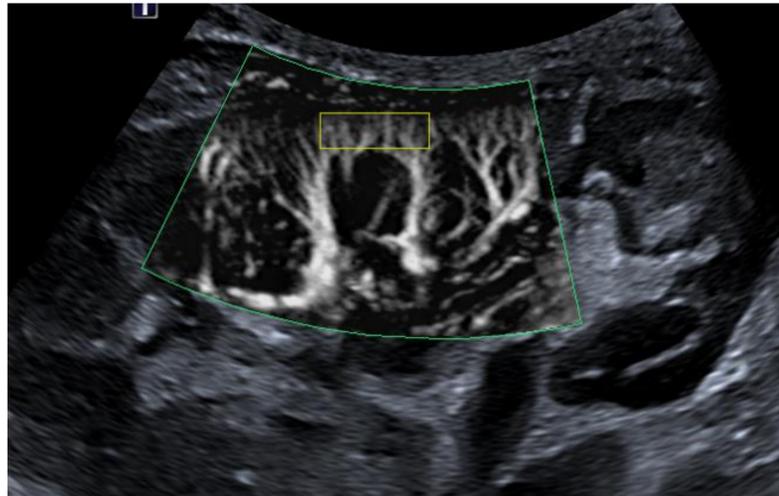
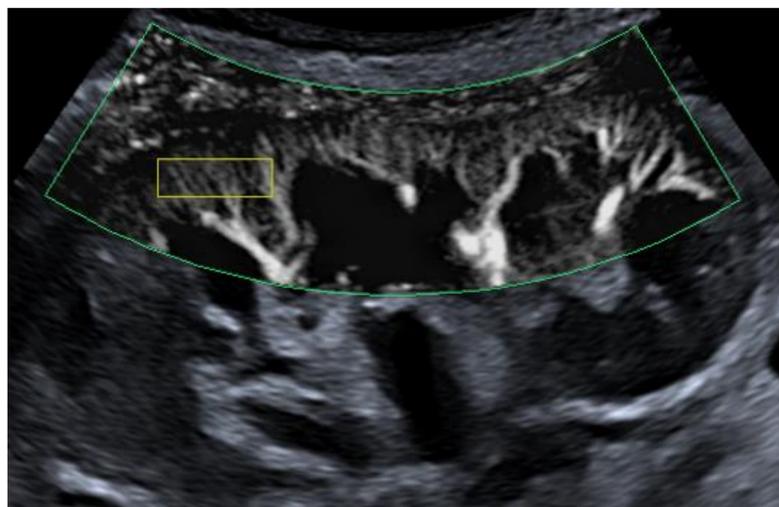
Variables que dependen de:

- Edad
- Sexo
- Raza
- Creatinina en orina

Material y Métodos

2

Evaluación SMI e Índice Vascular



Cálculo de Valor medio de Índice Vascular

Resultados

3

Análisis Estadístico

•Evaluación de la Normalidad

Shapiro-Wilks (Vascular Index):
 $p = 0,0167$

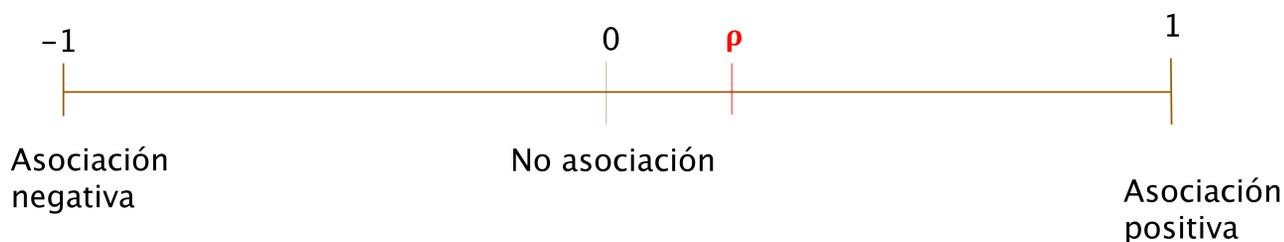
No sigue una distribución normal

Tests No Paramétricos

•Análisis de Correlación

Correlación Spearman (IV-FG_e):
 $\rho = 0,1932$
 $p = 0,3064$

No se demuestra asociación



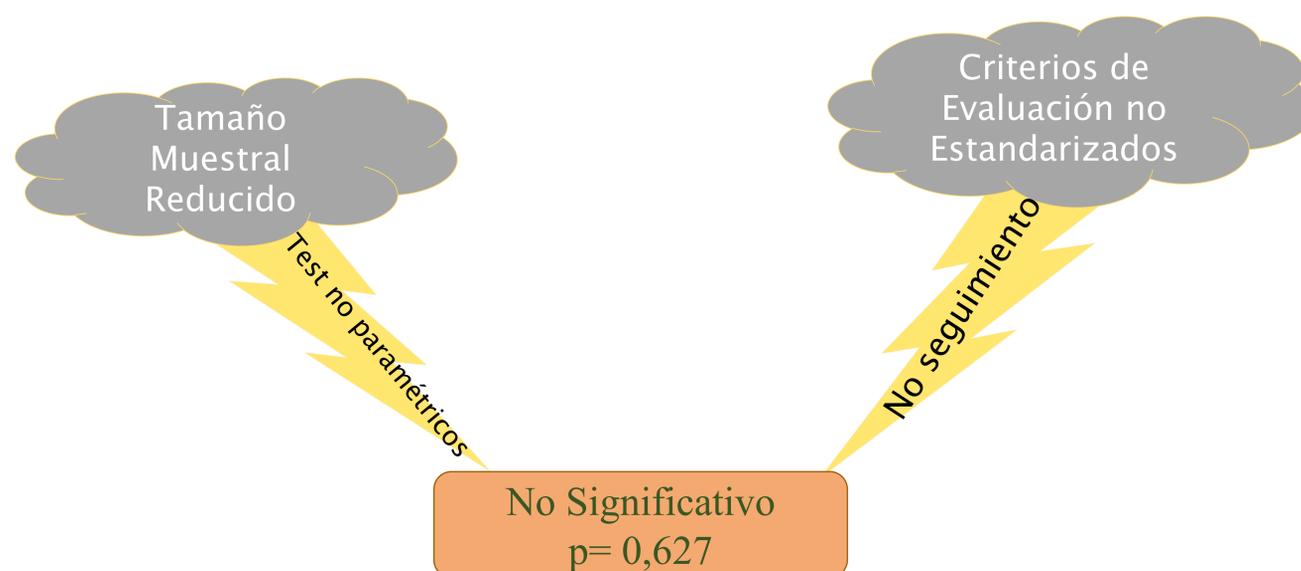
•Análisis de Diferencia de Muestras

U de Mann-Whitney:
 $p = 0,627$

No se demuestran diferencias significativas en el Índice Vascular(SMI) en los subgrupos distribuidos según FG_e

El análisis estadístico se ha llevado a cabo mediante el software IBM SPSS STATISTICS PARA MACINTOSH versión 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY USA). Valor p a dos colas $<0,05$ como estadísticamente significativo.

Conclusión



El análisis de resultados no ha mostrado diferencias significativas. Algunas de las limitaciones que encontramos fueron el tamaño muestral reducido, que obligó a la realización de tests no paramétricos, y la falta de estandarización de criterios de realización y estandarización de la prueba, que impiden un seguimiento estricto. Las soluciones que se proponen para una evaluación en detalle son un aumento de la muestra a estudio con criterios de evaluación estandarizados que permitan un seguimiento prospectivo. Debe valorarse realizar análisis en distintos tipos de pacientes, estratificando el análisis según distintos factores pronósticos de la enfermedad.

Aumentar Tamaño Muestral

Criterios Estandarizados

Seguimiento Prospectivo

Análisis Estratificado



Bibliografía

- Rossing P, Caramori ML, Chan JCN, Heerspink HJL, Hurst C, Khunti K, et al. KDIGO 2022 clinical practice guideline for diabetes management in chronic kidney disease. *Kidney Int* [Internet]. 2022;102(5):S1-127.
- Inci, M. F., Ozkan, F., See, T. C., & Tatli, S. (2014). Renal transplant complications: Diagnostic and therapeutic role of radiology. *Journal l'Association Canadienne Des Radiologistes [Canadian Association of Radiologists Journal]*, 65(3), 242-252
- Armaly, Z., Abu-Rahme, M., Kinaneh, S., Hijazi, B., Habbasshi, N., & Artul, S. (2022). An innovative ultrasound technique for early detection of kidney dysfunction: Superb microvascular imaging as a reference standard. *Journal of Clinical Medicine*, 11(4), 925.
- Cannella, R., Pilato, G., Mazzola, M., & Bartolotta, T. V. (2023). New microvascular ultrasound techniques: abdominal applications. *La Radiologia Medica*, 128(9), 1023-1034.
- Caroli, A., Remuzzi, A., & Lerman, L. O. (2021). Basic principles and new advances in kidney imaging. *Kidney International*, 100(5), 1001-1011.
- Gürbüz, A. F., Keven, A., Elmali, A., Toru, S., Apaydin, A., & Çeken, K. (2023). A comparison between the superb microvascular imaging technique and conventional Doppler ultrasound in evaluating chronic allograft damage in renal transplant recipients. *Diagnostic and Interventional Radiology (Ankara, Turkey)*, 29(2), 212-218.