

Relación entre el Índice de Resistencia de la arteria braquial y la presencia de estenosis en las FAV para hemodiálisis.

Teresa Moreno Sánchez, Alejandro Fernández Castro, Eva Galán Calle, Pablo Santos Velasco, Marta Vázquez Vázquez.

Hospital Juan Ramón Jiménez, Huelva.

INTRODUCCIÓN

La Fístula Arterio Venosa (FAV) es clave para la supervivencia de los pacientes con Enfermedad Renal Terminal (ERT) en hemodiálisis (HD) siendo la disfunción y/o trombosis la causa de mayor consumo de recursos en este grupo poblacional. Es la 1ª causa de ingreso hospitalario y representa el 11 % de mortalidad ante la imposibilidad de un acceso vascular (AV).

La detección precoz de la disfunción y detectar lesiones estructurales tratables para prevenir la trombosis y aumentar la supervivencia resultan imprescindibles en este grupo de pacientes, siendo la ecografía una técnica de diagnóstico de primera línea.

La Ecografía Doppler (ED) proporciona información morfológica y funcional de todo el circuito del acceso, teniendo las ventajas de ser una técnica no invasiva, no utilizar contraste yodado ni radiaciones ionizantes, siendo barata y accesible.

Entre los parámetros recomendados por las Guías Españolas del Acceso Vascular y por la *National Kidney Foundation Disease Outcomes Quality Initiative* se encuentra la valoración del flujo por el acceso vascular, asociándose una caída o reducción frente a volúmenes previos con la presencia de estenosis con elevado riesgo de trombosis.

El Índice de Resistencia (IR) de la arteria aferente es otro de los parámetros utilizados para valorar la disfunción del AV, observándose una elevación cuando existen estenosis significativas o trombosis.

OBJETIVOS

1. El objetivo principal es establecer la relación entre IR en la arteria aferente a una FAV de HD (arteria braquial) y la presencia de estenosis y/o oclusión.
2. El objetivo secundario es analizar y establecer los valores de corte del IR para detectar signos que sugieran disfunción de la FAV de forma precoz.

MATERIAL Y MÉTODO

- Hemos realizado un estudio retrospectivo observacional en el ámbito hospitalario, con datos recogidos entre Enero de 2007 y Marzo de 2021.
- Se incluyeron 326 FAV (nativas y protésicas) de 326 pacientes, que fueron remitidos por el Servicio de Nefrología por presentar disfunción durante las sesiones de hemodiálisis (dificultades de punción, bajos flujos, coágulos en las líneas de diálisis, o datos clínicos y exploratorios de hipertensión venosa).
- De los 326 pacientes, se incluyeron 110 mujeres y 216 hombres (33.8% y 66.2% respectivamente) con edades comprendidas entre los 29 y los 92 años (media 66.4 años).
- Todas las FAV fueron estudiadas mediante ecografía en modo B y Doppler, con transductor de alta frecuencia (7.5 mHz).
- El estudio fue aprobado por el comité ético del hospital.

MATERIAL Y MÉTODO

- Según protocolo, se incluyó valoración en modo B de la arteria aferente, la anastomosis quirúrgica y la vena eferente. Con valoración Doppler dúplex se tomaron muestras de la arteria aferente (arteria braquial) y de los segmentos con reducción de diámetro vascular.
- Para los criterios de estenosis, se consideró en el circuito del acceso a todas aquellas cuyo diámetro era inferior a 2 mm y/o presentaban una reducción en el diámetro del vaso mayor al 50 % con alteraciones hemodinámicas durante las sesiones de hemodiálisis.
- **Se determinaron los valores de IR y flujo en la arteria braquial, con independencia de cuál fuera la arteria aferente del acceso (Fig 1).** El flujo fue calculado por el software del equipo (Aplio 80, Toshiba, Tokyo, Japan) usando la fórmula: volumen de flujo (ml/min) = velocidad media * área de sección transversal * 60. El índice de resistencia se calculó según la fórmula $RI = (A-B)/A$ (A = Velocidad picosistólica, B = velocidad diastólica final).
- Se realizaron 3 mediciones en un segmento recto de la arteria que se localizara a menos de 3 cm de la anastomosis quirúrgica, tomándose como medida el valor medio obtenido entre las tres mediciones.

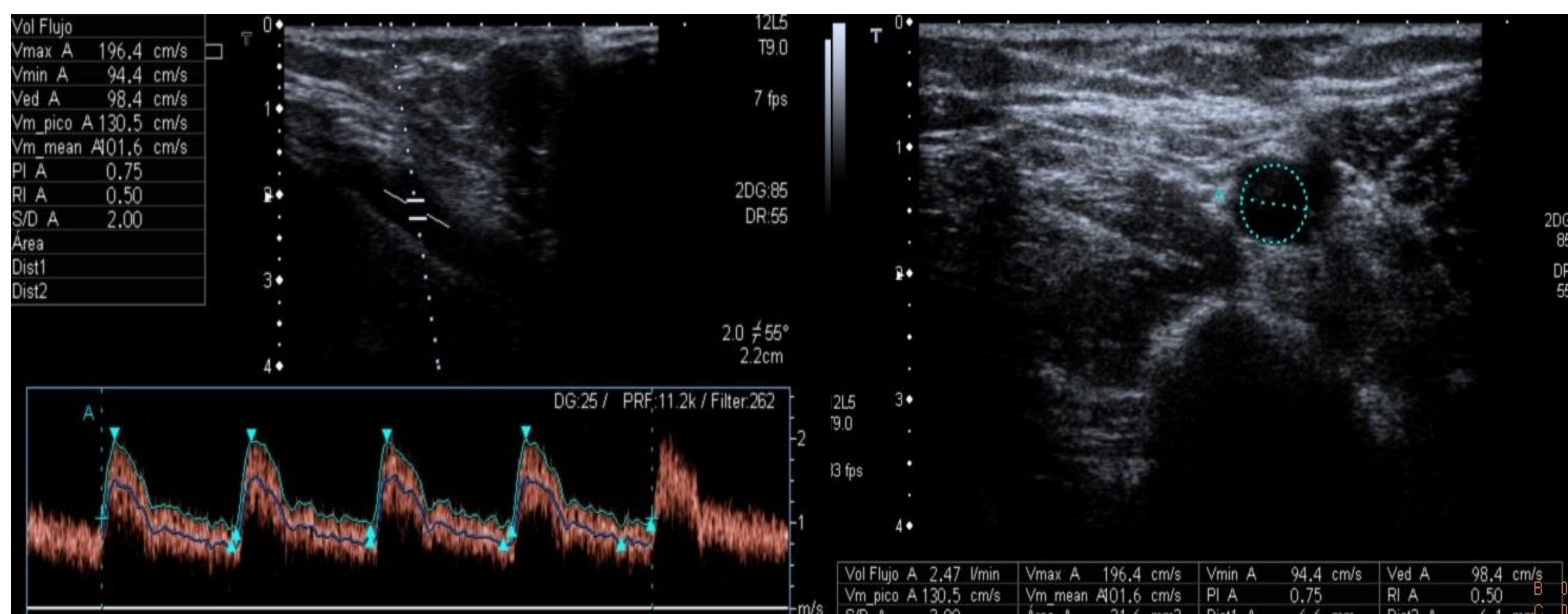


Fig. 1: El índice de resistencia arterial (IR) es un índice ecográfico para evaluar la enfermedad arterial. Se mide como $RI = (\text{velocidad sistólica máxima} - \text{velocidad diastólica final}) / \text{velocidad sistólica máxima}$. Medida de flujo e IR en la arteria aferente de un acceso vascular periférico normofuncionante. La arteria aferente se estudia con un ángulo de incidencia ultrasónica $< 60^\circ$ para obtener un rango de 4 ciclos (a). Al conocer la velocidad promedio del vaso y el área (en el corte que discurre perpendicular a su eje) el software del equipo de ultrasonido nos da el flujo (ml/min) (b). IR $< 0,5$ y la forma de la curva indican que se trata de una arteria de baja resistencia.

MATERIAL Y MÉTODO

- Todas las estenosis consideradas con riesgo de trombosis (catalogadas según las Guías Españolas del Acceso Vascular para hemodiálisis) fueron estudiadas mediante fistulografías y/o AngioTC, correlacionándose con los hallazgos de los ultrasonidos (Fig. 2 y 3).



Fig. 2: Angiografía por TC: técnicas de reconstrucción MIP (a) y VR (b) para FAV nativa. Las figuras muestran estenosis yuxtaanastomótica filiforme de vena eferente (flecha blanca).



Fig. 3: Estenosis del injerto de acceso vascular: las estenosis se observan con frecuencia en el injerto proximal y medio, en la anastomosis venosa y en la vena de drenaje. La fistulografía muestra una estenosis yuxtaanastomótica filiforme de vena eferente (asterisco blanco). Prótesis de PTFE (cabeza de flecha). Vena basílica (flecha).

MATERIAL Y MÉTODO

- La hipótesis principal fue que en la arteria braquial de las FAV con estenosis u oclusión se observarían valores de IR más altos que en las FAV sin disfunción, ya fuese a nivel de la anastomosis quirúrgica o en cualquier punto de la vena eferente (Fig. 4 y 5). La hipótesis nula fue que seguía una distribución normal.
- Se realizó un análisis estadístico de los datos utilizando software SPSS:
 - Se compararon los IR y el volumen de flujo entre las FAV funcionantes y las FAV no funcionantes, según la prueba Mann Whitney U (prueba no paramétrica).
 - Se consideró como significativo los valores de $p < 0.05$.
 - Se realizó asimismo una curva ROC y el índice de Youden para identificar la sensibilidad y especificidad del valor de corte del índice de resistencia como predictor de estenosis de las fístulas arteriovenosas.

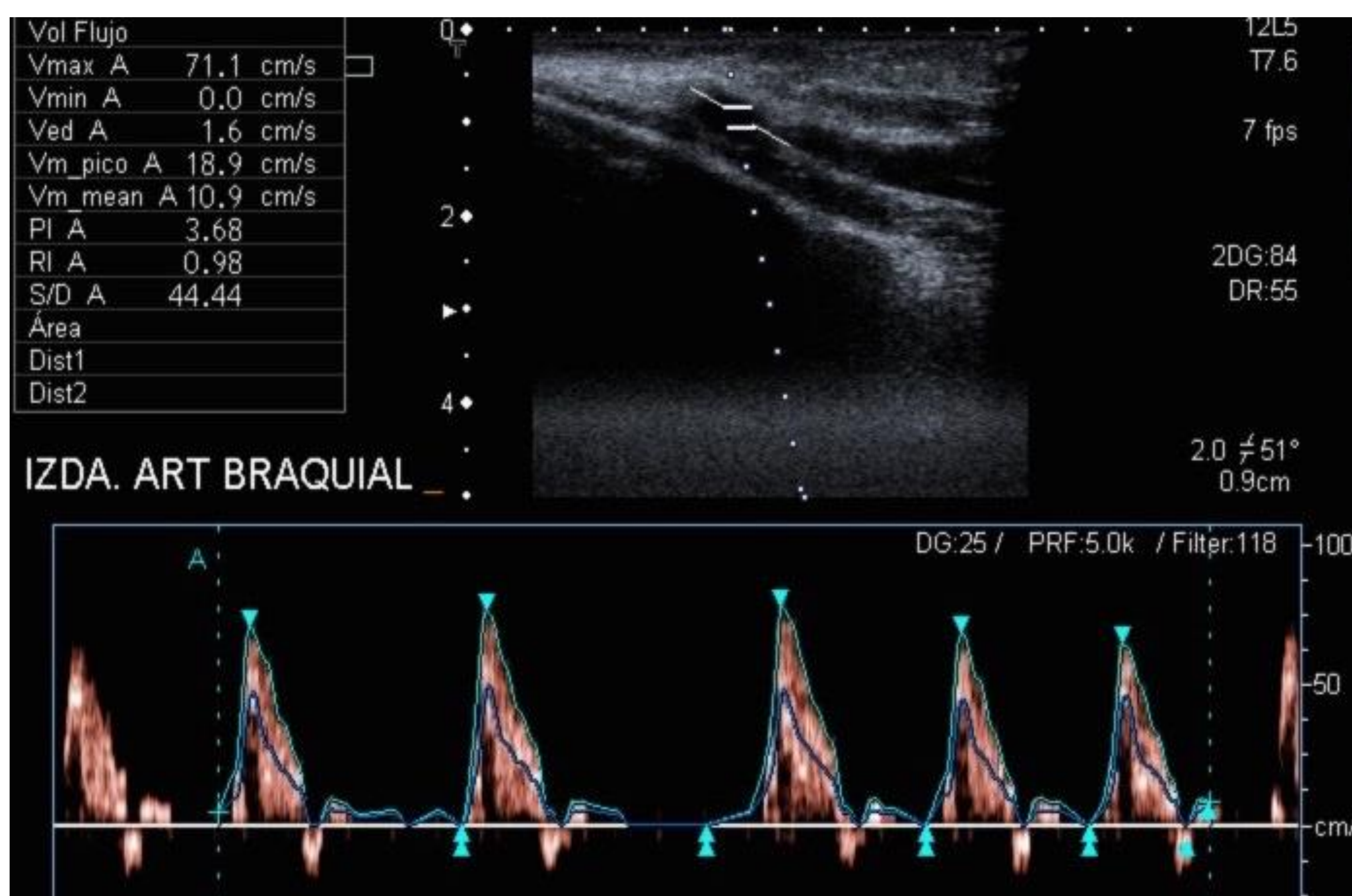


Fig. 4: Un IR alto y un cambio en la curva de velocidades de la arteriola aferente (arteria braquial) con velocidad máxima sistólica elevada y diástole baja sugieren estenosis.

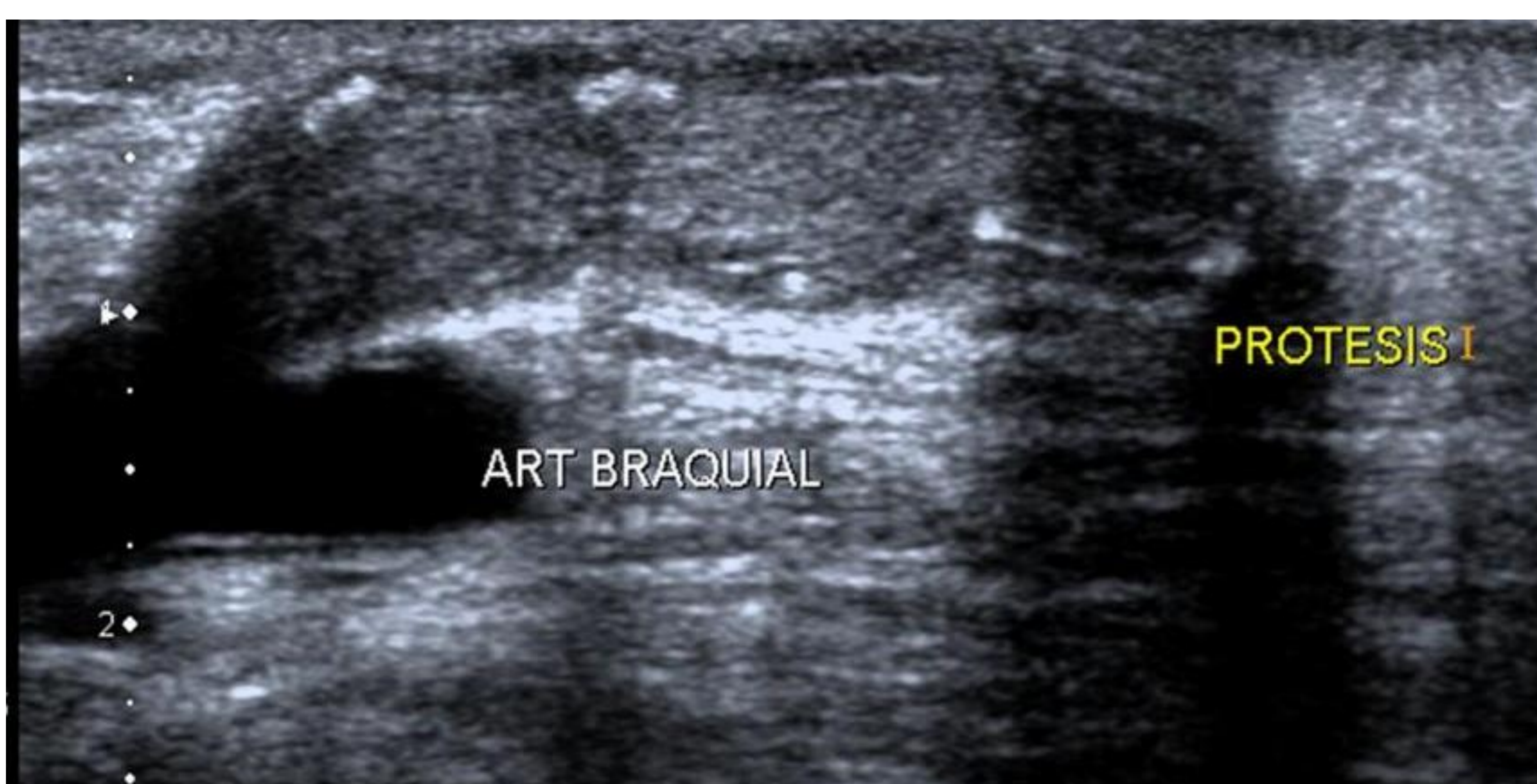


Fig. 5: Trombosis del acceso vascular periférico. La imagen de ultrasonido muestra material hiperecogénico en la vena que indica la oclusión de la FAV.

RESULTADOS

- Se encontraron estenosis significativas (cumpliendo criterios de las guías) en 245 FAV (76,6 %); mientras que en las 81 restantes (24,8%) no se demostraron estenosis.
- Del total de FAV estudiadas, se analizaron los IR en arteria braquial de 294 FAV nativas (90,18%) y de 32 FAV protésicas (9,18%).
- **El valor medio del IR fue significativamente más alto en el grupo con estenosis ($0,627 \pm 0,155$) que en el grupo sin estenosis ($0,504 \pm 0,131$), siendo $p < 0,01$ significativa ($U_{MW} = 4394,5$, $z = -7,109$). (Tabla 1).**

ESTENOSIS		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Si	IR en arteria braquial	245	,14	1,00	,6273	,15557
	Volumen de FAV	245	,25	4,81	1,0529	,70566
	N válido (por lista)	245				
No	IR en arteria braquial	81	,11	1,09	,5047	,13147
	Volumen de FAV	81	,30	7,72	2,0217	1,04752
	N válido (por lista)	81				

Tabla 1. Estadísticos Descriptivos

RESULTADOS

- Un valor de corte del IR de 0,585 resultó tener la mejor sensibilidad (65,09%) y especificidad (82,25%) para la predicción de una estenosis significativa en esta cohorte (Fig. 6 y 7).

Variable	IR arteria braquial
Classification variable	Estenosis
Sample size	326
Positive group ^a	245 (76,6%)
Negative group ^b	81 (24,8%)
^a Estenosis = 1	
^b Estenosis = 2	
Disease prevalence (%)	unknown
Area under the ROC curve (AUC)	
Area under the ROC curve (AUC)	0,755
Standard Error ^a	0,0320
95% Confidence interval ^b	0,699 to 0,804
z statistic	7,956
Significance level P (Area=0.5)	<0,0001
^a DeLong et al., 1988	
^b Binomial exact	
± Youden index	
Youden index J	0,4734
95% Confidence interval ^a	0,3599 to 0,5490
Associated criterion	>0,585
95% Confidence interval ^a	>0,55 to >0,64
Sensitivity	65,09
Specificity	82,25

^a BC, bootstrap confidence interval (1000 iterations; random number seed: 978).

Fig. 6: Valores de criterio y coordenadas de la curva ROC.

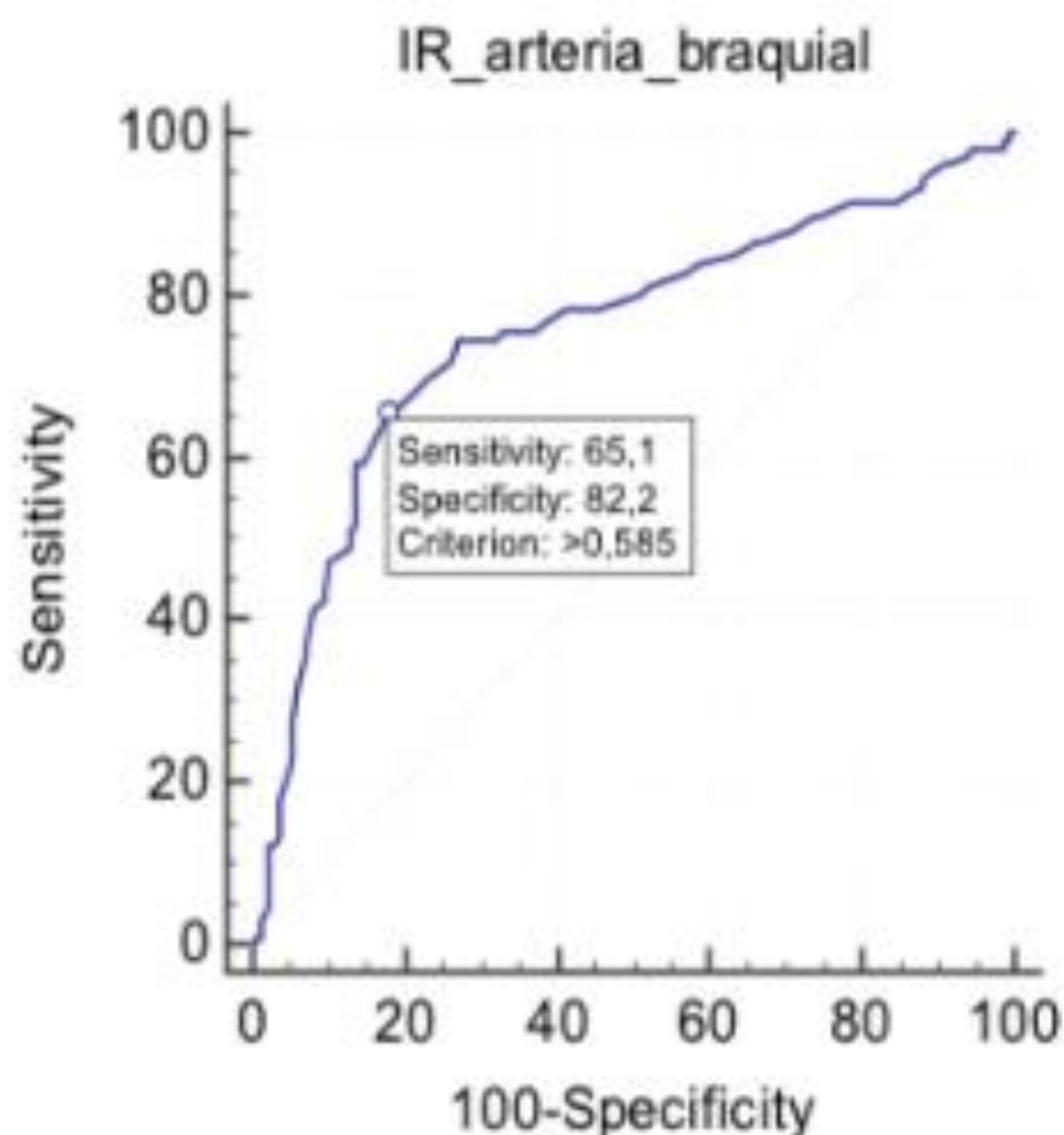


Fig. 7. Representación gráfica de la curva ROC.

RESULTADOS

- En cuanto al lugar de la estenosis, se analizaron a los pacientes en función de si tenía lugar a nivel de la misma anastomosis o en la región yuxtananastomósica, o si afectaba respectivamente a los tercios distal, medio o proximal de la vena eferente. En este caso no se observaron diferencias entre los 4 grupos ($H_{KW} = 1.724$, $p = .632$). (Tabla 2)

	Localización	N	Rango promedio
IR en Arteria Braquial	Anastomosis-Yuxtananastomósica	146	48,84
	1/3 distal de la vena eferente	77	47,50
	1/3 medio de la vena eferente	47	48,00
	1/3 proximal - venas centrales	56	58,24
	Total	326	

Tabla 2: Rangos IR en arteria braquial en las distintas localizaciones del estudio.

- En el grupo de pacientes con estenosis no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos con FAV nativas en comparación con los portadores de FAV protésicas ($U_{MW} = 494.5$, $z = -.290$, $p = .772$). Tampoco se demostraron diferencias significativas entre los sujetos sin estenosis al comparar FAV nativas y FAV protésicas ($U_{MW} = 1179$, $z = -.242$, $p = .809$). (Tabla 3).

ESTENOSIS		Tipo FAV	N	Rango promedio	Suma de rangos
Si	IR en Arteria Braquial	Nativa	219	53,79	5110,50
		Protésica	26	50,95	560,50
		Total	245		
No	IR en Arteria Braquial	Nativa	75	85,29	13050,00
		Protésica	6	82,19	1315,00
		Total	81		

Tabla 3. Rangos IR en arteria braquial de FAV nativa frente a protésica.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

1. La estenosis es la principal causa de disfunción de una FAV, con la consiguiente trombosis y pérdida del acceso vascular.
2. Se detectan elevaciones del IR en FAV con estenosis o trombosis. Esto se asocia a cambios en la morfología de la onda espectral y a reducciones en el flujo de las FAV. De acuerdo con las Guías Españolas del Acceso Vascular y por la *National Kidney Foundation Disease Outcomes Quality Initiative*, la reducción del flujo en el acceso vascular es considerada hoy en día como la medida más fiable de disfunción de una FAV.
3. En este estudio retrospectivo, se comprobó que el IR es estadísticamente significativo a la hora de detectar estenosis en FAV (demostradas en fistulografía) frente a FAV sin estenosis. Los valores de IR por encima de 0,585 se correlacionan con estenosis del acceso vascular con una elevada especificidad (82,25%) y adecuada sensibilidad (65,09%) independientemente de la localización de la estenosis (anastomosis/vena eferente) y el tipo de FAV (nativa/protésica).
4. No se demostraron diferencias significativas al comparar IR entre FAV nativas y protésicas, así como tampoco en función de la localización de la estenosis.
5. El IR junto con el flujo medido en la arteria braquial mediante ecografía son parámetros de fácil y rápida medición que pueden predecir con alta fiabilidad la presencia de estenosis en el circuito del acceso vascular.

LIMITACIONES AL ESTUDIO Y FUTURAS INVESTIGACIONES

- Se trata de un estudio retrospectivo que no recoge los cambios en el IR tras el tratamiento de las estenosis.
- No se han correlacionado los valores en el IR en función del sexo o la edad de los pacientes, ni en función de enfermedades concomitantes (fundamentalmente DM o ICC) que pudieran influir en los resultados del estudio.
- No se han correlacionado asimismo los valores en el IR con el flujo por el acceso vascular, pudiendo encontrarse el IR influenciado por un flujo elevado.
- Es necesario realizar estudios observacionales prospectivos en donde se puedan incluir más variables a estudio y correlacionar el IR y flujo para obtener valores medios de corte por encima de los cuales la sensibilidad y especificidad para detectar una estenosis sean elevadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, Moreno T, Moñux G, Martí-Monrós A, et al. Spanish Clinical Guidelines on Vascular Access for Haemodialysis. *Nefrología* [Internet]. 2017 Nov [cited 2018 Jan 7];37 Suppl 1:1–193. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211699517302175>.
2. Moreno Sánchez T, Martín Hervás C, Sola Martínez E, Moreno Rodríguez F. Value of doppler ultrasonography in the study of hemodialysis peripheral vascular access dysfunction. *Radiología* [Internet]. 2014;56(5):420–8. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033833813000088>.
3. López Revuelta K, Saracho R, García López F, Gentil MA, Castro P, Castilla J et al. Informe de diálisis y trasplante del año 2001 de la Sociedad Española de Nefrología y registros autonómicos.tle. *Nefrología*. 2004;24:21–33.
4. Gadallah MF, Paulson WD, Vickers B, Work J. Accuracy of Doppler ultrasound in diagnosing anatomic stenosis of hemodialysis arteriovenous access as compared with fistulography. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 1998;32(2):273–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9708612>.
5. Dossabhoy NR, Ram SJ, Nassar R, Work J, Eason JM, Paulson WD. Stenosis surveillance of hemodialysis grafts by duplex ultrasound reduces hospitalizations and cost of care. *Semin Dial* [Internet]. 2005;18(6):550–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16398720>.
6. Besarab A, Asif A, Roy-Chaudhury P, Spergel LM, Ravani P. The native arteriovenous fistula in 2007 surveillance and monitoring. *J Nephrol*. 2007;20(6):656–67.
7. Moghazy KM. Value of color Doppler sonography in the assessment of hemodialysis access dysfunction. *Saudi J Kidney Dis Transpl* [Internet]. 2009 Jan [cited 2018 Jan 1];20(1319–2442 (Print)):35–43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19112217>.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. Zamboli P, Fiorini F, D'Amelio A, Fatuzzo P, Granata A. Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. *J Ultrasound*. 2014;17(4):253–63.
9. Salman L, Ladino M, Alex M, Dhamija R, Merrill D, Lenz O, et al. Accuracy of ultrasound in the detection of inflow stenosis of arteriovenous fistulae: Results of a prospective study. *Semin Dial*. 2010;23(1):117–21.
10. Doelman C, Duijm LEM, Liem YS, Froger CL, Tielbeek A V., Donkers-Van Rossum AB, et al. Stenosis detection in failing hemodialysis access fistulas and grafts: Comparison of color Doppler ultrasonography, contrast-enhanced magnetic resonance angiography, and digital subtraction angiography. *J Vasc Surg*. 2005;42(4):739–46.