



# Exploración vascular no invasiva del antebrazo mediante ecografía Doppler color (EDC) antes y después de la construcción de la fístula radiocefálica (FRC)

R. Roca-Tey, A. Rivas\*, R. Samón, O. Ibrik, R. Martínez Cercós\*\* y J. Viladoms

Servicios de Nefrología y \*\*Cirugía Vascular del Hospital de Mollet. \*CETIR Centre Mèdic. Barcelona.

## RESUMEN

**Introducción:** La EDC permite efectuar un estudio anatómico y funcional del árbol vascular.

**Objetivos:** Analizar diferentes parámetros de los vasos sanguíneos del antebrazo por EDC antes y después de la construcción de la FRC en el carpo.

**Material y métodos:** Hemos explorado prospectivamente el antebrazo de 34 pacientes (pts) con IRC (edad  $63,9 \pm 15,1$ , sexo H: 76,5%; M: 23,5%, 26,5% diabetes, 73,5% ya efectuaban HD en el momento de efectuar la FRC) mediante EDC. La evaluación por EDC se planificó por duplicado: antes de la creación de la FRC (primera exploración PE) y dos meses después de la punción sin problemas de la FRC con 2 agujas y  $Q_b > 250$  ml/min (segunda exploración SE). Todas las exploraciones se efectuaron por el mismo radiólogo mediante un transductor lineal de 5-10 MHz (monitor de EDC Aspen, Siemens-Acuson, Mountain View, CA) aplicado sobre 2 puntos diferentes (proximal y distal) del antebrazo (ambos valores se promediaron). Se determinaron por EDC parámetros de la arteria radial AR (diámetro d AR, velocidad máxima sistólica VMS, índice de resistencia IR, flujo sanguíneo flujo AR), vena cefálica VC (diámetro d VC) y vena arterIALIZADA VA (diámetro dVA, flujo sanguíneo flujoVA). Cálculo de flujoAR o flujoVA por EDC (ml/min): curva tiempo-velocidad (media de 3 ciclos cardíacos) (m/s) x área transversal (mm<sup>2</sup>) x 60. Seguimiento de la FRC: FRC funcionando (FRCF) 61,8%, o FRC no funcionando 38,2% por: trombosis inicial (durante las 24 horas siguientes a la intervención, TIFRC) 14,7%, falta de maduración (FMFRC) 5,9%, trombosis tardía (entre las 24 horas post-intervención y la SE por EDC, TTFRC) 17,6%.

**Resultados:** Entre PE y SE por EDC sobre la AR, los valores globales de dAR ( $3,2 \pm 0,3$  vs  $5,5 \pm 1,0$  mm), VMS ( $59,9 \pm 12,4$  vs  $166,6 \pm 58,2$  cm/s) y flujoAR ( $67,9 \pm 27,4$  vs  $1297,1 \pm 683,1$  ml/min) aumentaron (para todas las comparaciones,  $p < 0,001$ ), y el IR ( $0,9 \pm 0,2$  vs  $0,4 \pm 0,1$ ) disminuyó ( $p < 0,001$ ); también diferencia significativa al comparar dVC ( $2,9 \pm 0,6$  mm) y dVA ( $5,7 \pm 1,1$  mm) globales ( $p < 0,001$ ). El flujoAR medio global y distal obtenido en la PE por EDC fue menor en los pts con TIFRC ( $33,6 \pm 19,6$  y  $26,0 \pm 16,7$  ml/min, respectivamente) en relación a los pts con FRCF ( $67,9 \pm 27,4$  y  $48,0 \pm 21,3$  ml/min, respectivamente) ( $p = 0,015$  y  $p = 0,029$ , respectivamente). En la PE por EDC, los pts con TIFRC y FMFRC considerados conjuntamente (20,6%), presentaron menor dAR medio global ( $2,8 \pm 0,4$  mm) y flujoAR medio distal ( $28,1 \pm 15,2$  ml/min) en relación a los pts con FRCF ( $3,2 \pm 0,3$  mm y  $48,0 \pm 21,3$  ml/min, respectivamente) ( $p = 0,015$  y  $p = 0,031$ , respectivamente). Sin diferencias entre

los pts con TTFRC y FRCF al comparar dAR, VMS, IR, flujoAR y dVC medio global y distal obtenidos en la PE por EDC (para todas las comparaciones,  $p = NS$ ), pero todos los pts con TTFRC ya estaban en programa de HD cuando se construyó la FRC en relación a 57,1% de los pts con FRCF ( $p = 0,049$ ). Los pts con FRCF y flujoVA global medio  $\leq 800$  ml/min (38,1%, flujoVA:  $602,5 \pm 167,3$  ml/min) presentaron un flujoAR global medio menor en la SE por EDC en relación a los pts con FRCF y flujoVA global medio  $> 800$  ml/min (61,9%, flujoVA:  $1113,9 \pm 160,1$  ml/min):  $820,1 \pm 188,7$  vs  $1590,7 \pm 715,4$  ml/min ( $p = 0,002$ ). Hemos objetivado una correlación positiva entre flujoVA y flujoAR medio global obtenidos en la SE por EDC ( $r = 0,52$ ,  $p = 0,016$ ).

**Conclusiones:** 1) Todos los parámetros vasculares del antebrazo determinados por EDC cambian tras la construcción de la FRC. 2) El flujoAR obtenido antes de la intervención es predictivo de funcionamiento de la FRC. 3) El flujoVA está en relación con el flujoAR obtenido en la SE por EDC.

Palabras clave: **Ecografía Doppler color. Fístula radiocefálica. Flujo de la arteria radial. Flujo de la vena arterializada.**

## NONINVASIVE ASSESSMENT OF FOREARM VESSELS BY COLOR DOPPLER ULTRASONOGRAPHY (CDU) BEFORE AND AFTER RADIOCEPHALIC FISTULA (RCF) PLACEMENT

### SUMMARY

**Introduction:** The CDU is a noninvasive vascular access (VA) monitoring technique that provides both structural and hemodynamic information from vessels.

**Objective:** The aim of this prospective study was to analyze some parameters of forearm vessels by CDU before and after RCF creation at the wrist.

**Patients and methods:** We explored by CDU the vessels of forearm in 34 CRF patients (pts) (mean age  $63.9 \pm 15.1$  yr, sex M:76.5%; F:23.5%, 26.5% diabetes, 73.5% already on HD at the time of RCF placement). Forearm CDU evaluation was planned twice: before RCF creation (first exploration FE) and after two months of successful RCF cannulation for HD by 2 needles at  $Q_b > 250$  ml/min (second exploration SE). All CDU examinations were performed by the same radiologist with 5-10 MHz linear transducer (Doppler angle  $\leq 60^\circ$ ) at two proximal and distal points of the forearm (the values were averaged) using the Aspen machine (Siemens-Acuson, Mountain View, CA). We measured by CDU parameters from radial artery RA (diameter RAd, peak systolic velocity PSV, resistive index RI, blood flow rate RAflow), cephalic vein CV (diameter CVd) and arterialized vein AV (diameter AVd, blood flow rate AVflow). RAflow or AVflow calculation by CDU: time average velocity (mean of three cardiac cycles) (m/s) x cross-sectional area ( $\text{mm}^2$ ) x 60. RCF outcome: functioning RCF (FRCF) suitable for routine HD 61.8%, or non-functioning RCF 38.2% due to: early thrombosis (within 24 hours after operation, ETRCF) 14.7%, lack of RCF maturation (LMRCF) 5.9%, late thrombosis (between 24 hours after operation and SE by CDU, LTRCF) 17.6%.

**Results:** Between FE and SE by CDU at RA, overall mean RAd ( $3.2 \pm 0.3$  vs  $5.5 \pm 1.0$  mm), mean PSV ( $59.9 \pm 12.4$  vs  $166.6 \pm 58.2$  cm/s) and mean RAflow ( $67.9 \pm 27.4$  vs  $1297.1 \pm 683.1$  ml/min) increased significantly (for all comparisons,  $p < 0.001$ ), and mean RI ( $0.9 \pm 0.2$  vs  $0.4 \pm 0.1$ ) decreased significantly ( $p < 0.001$ ); we also found a significant difference when overall mean CVd ( $2.9 \pm 0.6$  mm) and mean AVd ( $5.7 \pm 1.1$  mm) were compared ( $p < 0.001$ ). Overall and distal mean RAflow at FE by CDU were lower in pts with ETRCF ( $33.6 \pm 19.6$  and  $26.0 \pm 16.7$  ml/min, respectively) compared to pts with FRCF ( $67.9 \pm$

27.4 and  $48.0 \pm 21.3$  ml/min, respectively) ( $p = 0.015$  and  $p = 0.029$ , respectively). Pts with ETRCF and LMRCF considered together (20.6%), had lower overall mean RAd ( $2.8 \pm 0.4$  mm) and distal mean RAflow ( $28.1 \pm 15.2$  ml/min) at FE by CDU compared to pts with FRCF ( $3.2 \pm 0.3$  mm and  $48.0 \pm 21.3$  ml/min, respectively) ( $p = 0.015$  and  $p = 0.031$ , respectively). No significant differences between pts with LTRCF and FRCF were found when overall and distal mean RAd, PSV, RI, RAflow and CVd obtained at FE by CDU were compared (for all comparisons,  $p = NS$ ), but all pts with LTRCF underwent HD at the time of RCF creation compared to 57.1% of pts with FRCF ( $p = 0.049$ ). Pts with FRCF who had overall mean AVflow = 800 ml/min (38.1%, mean AVflow:  $602.5 \pm 167.3$  ml/min) showed lower overall mean RAflow at SE by CDU compared to pts with FRCF who had overall mean AVflow > 800 ml/min (61.9%, mean AVflow:  $1113.9 \pm 160.1$  ml/min):  $820.1 \pm 188.7$  vs  $1590.7 \pm 715.4$  ml/min ( $p = 0.002$ ). We found a positive correlation between overall mean AVflow and mean RAflow obtained at SE by CDU ( $r = 0.52$ ,  $p = 0.016$ ).

**Conclusions:** 1) All parameters of forearm vessels measured by CDU changed after RCF placement. 2) Preoperative mean RAflow is predictive of RCF outcome. 3) Mean AVflow is related to mean RAflow obtained at SE by CDU.

Key words: **Color Doppler Ultrasonography. Radiocephalic fistula. Radial artery flow. Arterial flow.**

## INTRODUCCIÓN

La ecografía Doppler color (EDC) es una técnica de imagen que permite la exploración no invasiva del árbol vascular y que reúne las siguientes prestaciones<sup>1-5</sup>:

1) Planificación vascular preoperatoria. Diversos estudios han objetivado que, al efectuar un mapa vascular por EDC antes de construir el acceso vascular, se incrementa significativamente la prevalencia de enfermos dializados mediante fístula arteriovenosa interna (FAVI). Ello se debe a la disminución de los casos de trombosis inicial y falta de maduración de las FAVI, así como a la menor implantación de injertos sintéticos de PTFE<sup>1,2</sup>.

2) Monitorización morfológica del AV. La EDC permite visualizar y cuantificar la estenosis del AV<sup>3,4</sup>.

3) Información hemodinámica del AV. La EDC permite la determinación directa del flujo sanguíneo del AV y, por tanto, el seguimiento funcional del mismo<sup>4</sup>.

4) Soporte de imagen para el tratamiento electivo del AV. En algunos casos, la EDC se ha utilizado con éxito como vehículo de imagen durante la angioplastia de la estenosis del AV<sup>5</sup>.

En el presente trabajo, hemos efectuado un estudio observacional, prospectivo y comparativo para analizar diferentes variables de los vasos del ante-

brazo mediante EDC antes y después de la construcción de la fístula radiocefálica (FRC) en el carpo con los siguientes objetivos:

1) Evaluar los cambios de diversos parámetros morfológicos y funcionales de los vasos sanguíneos del antebrazo después de la construcción de la FRC.

2) Identificar las variables predictivas de funcionamiento de la FRC antes de efectuar la anastomosis arteriovenosa.

3) Estudiar los factores que inciden sobre la función de la FRC durante la diálisis crónica.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Pacientes

Entre diciembre del 2003 y noviembre del 2005, hemos explorado prospectivamente mediante EDC los vasos del antebrazo de 34 pacientes afectados de insuficiencia renal crónica (IRC). La edad media fue de  $63,9 \pm 15,1$  años (intervalo, 35-85 años). Existió un predominio del sexo masculino (76,5%). La prevalencia de nefropatía diabética fue del 26,5% de los casos. La mayoría de los enfermos ya efectuaban hemodiálisis mediante catéter central en el momento de efectuar la FRC (73,5%). La evaluación del antebrazo por EDC se planificó por duplicado: antes de la creación de la FRC (primera exploración PE)

## R. ROCA-TEY y cols.

y dos meses después de la punción sin problemas de la FRC con 2 agujas y  $Q_b > 250$  ml/min (segunda exploración SE).

### Métodos

Todas las exploraciones por EDC se efectuaron por el mismo radiólogo mediante un transductor lineal de 5-10 MHz (monitor de EDC Aspen, Siemens-Acuson, Mountain View, CA) aplicado sobre 2 puntos diferentes proximal y distal del antebrazo (ambos valores se promediaron). El ángulo de exploración fue  $\leq 60^\circ$ . Se determinaron por EDC los siguientes parámetros vasculares:

- 1) Arteria radial: diámetro, velocidad máxima sistólica, índice de resistencia y flujo sanguíneo.
- 2) Vena cefálica: diámetro.
- 3) Vena arterializada: diámetro y flujo sanguíneo.

El cálculo del flujo sanguíneo de la arteria radial o de la vena arterializada por EDC (ml/min) se efectuó mediante la fórmula: curva tiempo-velocidad (media de 3 ciclos cardíacos) (m/s) x área transversal ( $\text{mm}^2$ ) x 60.

Por lo que respecta al seguimiento de la FRC desde su construcción, es decir, la situación funcional de la FRC en el momento de la SE por EDC, hemos objetivado 2 situaciones:

- 1) FRC funcionante (FRFC): 61,8% (21/34) o
- 2) FRC no apta para la diálisis crónica (38,2%) debido a:

- Trombosis inicial (TIFRC): durante las 24 horas siguientes a la intervención (14,7%, 5/34).
- Falta de maduración (FMFRC): 5,9% (2/34).
- Trombosis tardía (TTFRC): entre las 24 horas post-intervención y la SE por EDC, 17,6% (6/34).

El tiempo medio entre la PE por EDC y la construcción de la FRC fue de  $52,0 \pm 61,5$  días (intervalo, 1-200 días).

### Estudio estadístico

El análisis estadístico de los datos se efectuó con el programa SPSS versión 12.0 para Windows. Los valores se expresaron como porcentajes o media  $\pm$  desviación estándar. Las diferencias entre medias relacionadas obtenidas de diversas variables al comparar la PE y SE por EDC, se analizaron utilizando un T-test para datos pareados y la prueba no para-

métrica de Wilcoxon. El estudio comparativo de diversas variables continuas entre ciertos subgrupos de pacientes comparados de dos en dos, se ha efectuado mediante un T-test para dos muestras independientes y la prueba U de Mann-Whitney. Para el análisis de correlación entre el flujo sanguíneo global medio de la vena arterializada y las distintas variables cuantitativas estudiadas en la SE por EDC, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. Se ha considerado estadísticamente significativo una  $p < 0,05$ .

### RESULTADOS

Entre la PE y la SE por EDC sobre la arteria radial, los valores proximales, distales y globales (promedio de los 2 anteriores) de diámetro, velocidad máxima sistólica y flujo sanguíneo aumentaron, y el índice de resistencia disminuyó de forma significativa (para todas las comparaciones,  $p < 0,001$ ). También objetivamos una diferencia significativa al comparar el diámetro de la vena cefálica y de la vena arterializada tanto a nivel proximal como distal y global (para todas las comparaciones,  $p < 0,001$ ) (tabla I).

En relación a los parámetros de los vasos sanguíneos del antebrazo estudiados en la PE por EDC, hemos efectuado un estudio comparativo entre los enfermos con FRFC y las siguientes subpoblaciones:

- 1) Pacientes con TIFRC. El flujo sanguíneo medio global y distal de la arteria radial obtenido en la PE por EDC fue menor en los enfermos con TIFRC ( $33,6 \pm 19,6$  y  $26,0 \pm 16,7$  ml/min, respectivamente) en

**Tabla I.** Cambio de los valores globales (promedio de los valores proximales y distales) de diversos parámetros vasculares del antebrazo obtenidos por EDC en relación a la creación de la FRC. Se ha obtenido la misma significación estadística al explorar por separado todos estos mismos parámetros a nivel proximal o distal del antebrazo mediante EDC

Variable	PE por EDC	SE por EDC	p
dAR (mm)	$3,2 \pm 0,3$	$5,5 \pm 1,0$	$< 0,001$
VMS (cm/s)	$59,9 \pm 12,4$	$166,6 \pm 58,2$	$< 0,001$
flujoAR (ml/min)	$67,9 \pm 27,4$	$1.297,1 \pm 683,1$	$< 0,001$
IR	$0,99 \pm 0,19$	$0,41 \pm 0,06$	$< 0,001$
dVC? dVA (mm)	$2,9 \pm 0,6$	$5,7 \pm 1,1$	$< 0,001$

PE primera exploración, SE segunda exploración, EDC ecografía Doppler color, dAR diámetro de la arteria radial, VMS velocidad máxima sistólica, flujoAR flujo sanguíneo de la arteria radial, IR índice de resistencia, dVC diámetro de la vena cefálica, dVA diámetro de la vena arterializada.

relación a los pacientes con FRCF ( $67,9 \pm 27,4$  y  $48,0 \pm 21,3$  ml/min, respectivamente) ( $p = 0,015$  y  $p = 0,029$ , respectivamente).

2) Pacientes con TIFRC y FMFRC considerados conjuntamente (20,6%, 7/34). Estos enfermos presentaron menor diámetro medio global ( $2,8 \pm 0,4$  mm) y flujo sanguíneo medio distal ( $28,1 \pm 15,2$  ml/min) de la arteria radial en relación a los pacientes con FRCF ( $3,2 \pm 0,3$  mm y  $48,0 \pm 21,3$  ml/min, respectivamente) ( $p = 0,015$  y  $p = 0,031$ , respectivamente).

3) Pacientes con TTFRC. No hemos objetivado diferencias entre los pacientes con TTFRC y FRCF al comparar diámetro de la arteria radial, velocidad máxima sistólica, índice de resistencia, flujo sanguíneo de la arteria radial y diámetro de la vena céfalica tanto a nivel distal como global obtenidos en la PE por EDC (para todas las comparaciones,  $p = NS$ ). Sin embargo, todos los enfermos con TTFRC ya estaban en programa de HD mediante catéter (como primer AV 66,6% o por trombosis de la FAVI previa 33,4%) cuando se construyó la FRC en relación al 57,1% de los pacientes con FRCF ( $p = 0,049$ ).

En ninguna de estas 3 comparaciones efectuadas, hemos evidenciado diferencias en relación a la edad, sexo o prevalencia de diabetes (para todos los casos,  $p = NS$ ).

Hemos clasificado a los enfermos con FRCF en dos subgrupos atendiendo al flujo sanguíneo medio global de la vena arterializada ( $919,1 \pm 299,9$  ml/min) obtenido en la SE por EDC:

1) Pacientes con flujo global de la vena arterializada  $\leq 800$  ml/min ( $602,5 \pm 167,3$  ml/min): 38,1% (8/21).

2) Pacientes con flujo global de la vena arterializada  $> 800$  ml/min ( $1.113,9 \pm 160,1$  ml/min): 61,9% (13/21).

Hemos comparado ambas subpoblaciones de enfermos y no hemos encontrado diferencias en relación a la edad, sexo, prevalencia de diabetes ni en la mayoría de los parámetros estudiados en la SE por EDC de la arteria radial (diámetro, índice de resistencia y velocidad máxima sistólica) y de la vena arterializada (diámetro) (para todas las comparaciones,  $p = NS$ ). Sin embargo, los pacientes con menor flujo sanguíneo de la vena arterializada ( $\leq 800$  ml/min) presentaron un flujo sanguíneo global medio de la arteria radial significativamente inferior ( $820,1 \pm 188,7$  ml/min) en relación al resto de enfermos ( $1.590,7 \pm 715,4$  ml/min) en la SE por EDC ( $p = 0,002$ ) (tabla II).

Hemos efectuado también un análisis de correlación entre el flujo sanguíneo medio global de la vena

**Tabla II.** Estudio comparativo entre 2 subpoblaciones de enfermos con FRCF según el flujo sanguíneo medio global de la vena arterializada obtenido en la SE por EDC

Variable	Flujo VA $\leq 800$ ml/min	Flujo VA $> 800$ ml/min	p
N	8/21 (38,1%)	13/21 (61,9%)	
Edad (años)	$64,0 \pm 15,3$	$59,5 \pm 14,3$	0,45
Sexo (%)	Hombre 75 / Mujer 25	Hombre 69,2 / Mujer 30,8	0,77
Prevalencia diabetes (%)	25	23,1	0,92
dVA (mm)*	$5,4 \pm 0,8$	$5,9 \pm 1,2$	0,31
dAR (mm)*	$5,1 \pm 0,4$	$5,8 \pm 1,2$	0,16
IR*	$0,42 \pm 0,05$	$0,39 \pm 0,07$	0,38
VMS (cm/s)*	$152,6 \pm 54,0$	$175,2 \pm 61,1$	0,25
<b>flujoAR (ml/min)*</b>	<b><math>820,1 \pm 188,7</math></b>	<b><math>1.590,7 \pm 715,4</math></b>	<b>0,002</b>

\*Diversas variables vasculares del antebrazo estudiadas en la SE por EDC; todos los valores son globales y se han obtenido a partir del promedio de las determinaciones proximales y distales del antebrazo. FlujoVA flujo sanguíneo de la vena arterializada, dVA diámetro de la vena arterializada, dAR diámetro de la arteria radial, IR índice de resistencia, VMS velocidad máxima sistólica, flujoAR flujo sanguíneo de la arteria radial.

arterializada y diversas variables estudiadas en la SE por EDC. Únicamente hemos objetivado una correlación significativa entre los valores globales de flujo sanguíneo de la vena arterializada y de la arteria radial ( $r = 0,52$ ,  $p = 0,016$ ) (tabla III).

## DISCUSIÓN

En nuestro estudio, todos los valores obtenidos al explorar los parámetros vasculares del antebrazo en el primer control ecográfico, es decir, antes de efectuar la anastomosis arteriovenosa, se modificaron

**Tabla III.** Correlaciones entre el flujo global medio de la vena arterializada y diversas variables vasculares del antebrazo estudiadas en la SE por EDC. Todos los valores se han obtenido a partir del promedio de las determinaciones proximales y distales del antebrazo

Variabes globales antebrazo	Flujo VA global (ml/min)
dAR (mm)	$r = 0,25$ / $p = 0,27$
IR	$r = -0,07$ / $p = 0,75$
VMS (cm/s)	$r = 0,22$ / $p = 0,34$
<b>FlujoAR (ml/min)</b>	<b><math>r = 0,52</math> / <math>p = 0,016</math></b>
dVA (mm)	$r = 0,27$ / $p = 0,24$

FlujoVA flujo sanguíneo de la vena arterializada, dAR diámetro de la arteria radial, IR índice de resistencia, VMS velocidad máxima sistólica, flujoAR flujo sanguíneo de la arteria radial, dVA diámetro de la vena arterializada.

significativamente al efectuar la SE por EDC. En la serie de Mahmutyazicioglu y cols. referido a 28 pacientes con IRC estudiados por EDC antes y después de la construcción de la FRC, todos las determinaciones obtenidas al explorar diversos parámetros de la arteria radial en el preoperatorio, se modificaron significativamente ya desde el día posterior a la creación de la FRC<sup>6</sup>; en este estudio, el flujo sanguíneo de la arteria radial se incremento desde  $31,6 \pm 15,9$  ml/min antes de la intervención hasta  $739,3 \pm 193,8$  ml/min al día siguiente de la cirugía<sup>6</sup>. En el estudio ecográfico de Marko Malovrh, referido a 35 enfermos sometidos a FRC, el valor del flujo sanguíneo de la arteria radial antes de la intervención ( $< 50$  ml/min) se incrementó progresivamente a partir de la creación de la FRC, ya desde las 24 horas siguientes y en semanas sucesivas hasta finalizar el periodo de estudio (flujo sanguíneo de la arteria radial  $> 400$  ml/min en la semana 12)<sup>7</sup>.

El flujo sanguíneo de la arteria radial obtenido en nuestro trabajo antes de la intervención es predictivo de funcionamiento de la FRC. Los pacientes con TIFRC y/o FMFRC presentaron un flujo sanguíneo de la arteria radial significativamente inferior ( $< 40$  ml/min) en la PE por EDC respecto al resto de enfermos. Es decir, la función de la arteria radial existente en el preoperatorio es decisiva para asegurar la permeabilidad y maduración de la FRC. En otra serie de Marko Malovrh, referido a 116 pacientes con IRC estudiados por EDC antes y después de la construcción de la FRC, los enfermos en los que la FRC se trombosó inmediatamente o durante los primeras 24 horas después de efectuar la anastomosis, habían presentado un flujo preoperatorio de la arteria radial significativamente inferior ( $24,1 \pm 16,8$  ml/min) en relación a los pacientes con FRC permeable ( $54,5 \pm 22,8$  ml/min)<sup>8</sup>. En el trabajo de Korsoy y cols., se estudió el flujo sanguíneo de la arteria humeral mediante EDC antes de la construcción de PTFE humeroaxilar en 17 enfermos: las prótesis que se trombosaron al cabo de 1 año de seguimiento habían presentado un flujo preoperatorio de la arteria humeral significativamente inferior ( $66$  ml/min) respecto a las prótesis permeables ( $87$  ml/min) y, además, ninguna prótesis se trombosó durante el seguimiento cuando el flujo arterial preoperatorio fue superior a  $70$  ml/min<sup>9</sup>. En la serie de Yerdel y cols., referido a 32 pacientes con IRC sometidos a FAVI, sólo el 21% de los enfermos con un flujo preoperatorio de la arteria nutricia  $< 40$  ml/min determinado mediante EDC presentaron un flujo sanguíneo de la vena arterializada  $> 600$  ml/min e, inversamente, la mayoría de pacientes (66,6%) con un flujo preoperatorio de la arteria nutricia  $\geq 40$  ml/min presentaron un flujo sanguíneo de la vena arterializada  $> 600$  ml/min<sup>10</sup>.

En el presente estudio, no hemos encontrado ninguna diferencia entre los enfermos con TTFRC y FRCF al comparar todos los parámetros vasculares en la PE mediante EDC. Sin embargo, todos los pacientes con TTFRC ya estaban efectuando hemodiálisis cuando se construyó la FRC en relación al 57,1% de los enfermos con FRCF. Es posible que, en algunos pacientes con TTFRC, los cambios hemodinámicos relacionados con la hemodiálisis (hipotensión arterial) puedan contribuir a la trombosis de la FRC. En este sentido, en la serie de Zeebregts y cols. referida a 153 enfermos consecutivos afectos de IRC en los que se construyó la FRC, iniciar hemodiálisis antes de efectuar la FRC fue un factor predictivo independiente de trombosis de la FRC durante los 3 meses siguientes a la cirugía<sup>11</sup>. De forma similar, en el estudio de Feldman y cols, referido a 348 pacientes sometidos a FAVI, efectuar diálisis antes de la creación de la anastomosis vascular es una variable independiente que disminuye en un 50% la probabilidad de maduración adecuada de la FAVI<sup>12</sup>. El hecho de que la mayoría de enfermos con TTFRC (66,6%) ya efectuasen diálisis a través de catéter central como primer AV en el momento de construir la FRC, pone de relieve la importancia de realizar precozmente la FAVI y asegurar su correcto desarrollo antes de iniciar el programa de hemodiálisis.

En nuestro trabajo, una vez que la FRC es utilizada normalmente para la hemodiálisis crónica, el principal determinante del flujo de la vena arterializada es el flujo sanguíneo procedente de la arteria radial. Ya en anteriores estudios efectuados en nuestro Servicio<sup>4</sup>, hemos objetivado que el flujo sanguíneo de la vena arterializada se ha correlacionado con los parámetros obtenidos al explorar la arteria nutricia (diámetro y flujo sanguíneo arteriales) mediante EDC. La existencia de patología arterial, cada vez más frecuente por la mayor edad y mayor prevalencia de diabetes y arteriopatía periférica en los pacientes con IRC, puede afectar al flujo de la arteria nutricia y, por tanto, comprometer la función de la vena arterializada<sup>13-15</sup>.

En resumen, el flujo sanguíneo de la arteria radial determinado por EDC es crucial tanto para conseguir que la FRC sea permeable y madure normalmente después de construir la anastomosis arteriovenosa, como para mantener posteriormente una función adecuada de la misma durante la diálisis crónica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Robbin ML, Gallichio MH, Deierhoi MH, Young CJ, Weber TH, Allon M: US vascular mapping before hemodialysis access placement. *Radiology* 217: 83-88, 2000.

2. Allon M & Robbin ML: Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. *Kidney Int* 62: 1109-1124, 2002.
3. Ibeas J, García M, Rodríguez-Jornet A y cols.: Ecografía-Doppler portátil utilizada por el nefrólogo en la Unidad de hemodiálisis para la detección inmediata de problemas en la fístula: ¿una herramienta de futuro? *Nefrología* 26 (Supl. 6): 92. Abstract, 2006.
4. Roca-Tey R, Rivas A, Samon R, Ibrik O, Viladoms J: Estudio del acceso vascular (AV) mediante ecografía Doppler color (EDC). Comparación entre los métodos EDC y delta-H aplicados para la determinación del flujo sanguíneo del AV. *Nefrología* 25: 678-683, 2005.
5. Bacchini G, Cappello A, La Milia V y cols.: Color Doppler ultrasonography imaging to guide transluminal angioplasty of venous stenosis. *Kidney Int* 58: 1810-1813, 2000.
6. Mahmutyazicioglu K, Kesenci M, Fitöz S, Büyükberber S, Sen-can O, Erden I: Hemodynamic changes in the early phase of artificially created arteriovenous fistula: color Doppler ultrasonographic findings. *J Ultrasound Med* 16: 813-817, 1997.
7. Malovrh M: Non-invasive evaluation of vessels by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 13: 125-129, 1998.
8. Malovrh M: Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *Am J Kidney Dis* 39: 1218-1225, 2002.
9. Körsoy C, Kuzu A, Erden I, Türkçapar AG, Düzgün I, Anadol E: Predictive value of colour Doppler ultrasonography in detecting failure of vascular access grafts. *British Journal of Surgery* 82: 50-52, 1995.
10. Yerdel MA, Kesenci M, Yazicioglu KM, Döseyen Z, Türkçapar AG, Anadol E: Effect of haemodynamic variables on surgically created arteriovenous fistula flow. *Nephrol Dial Transplant* 12: 1684-1688, 1997.
11. Zeebregts C, Van den Dungen J, Bolt A, Franssen C, Verhoeven E, Van Schilfgaarde R: Factors predictive of failure of Brescia-Cimino arteriovenous fistulas. *Eur J Surg* 168: 29-36, 2002.
12. Feldman HI, Joffe M, Rosas SE, Burns JE, Knauss J, Brayman K: Predictors of successful arteriovenous fistula maturation. *Am J Kidney Dis* 42: 1000-1012, 2003.
13. Konner K: When insufficient arterial inflow becomes the Achilles heel of the av-fistula-what are the surgical approaches? *Nephrol Dial Transplant* 15: 145-147, 2000.
14. Roca-Tey R, Ibrik O, Samon R, Martínez-Cercós R, Viladoms J: Prevalencia y perfil funcional de la estenosis de la arteria radial (AR). Diagnóstico mediante la monitorización del flujo sanguíneo (Qa) de la fístula arteriovenosa radiocefálica (FRC) utilizando el método Delta-H. *Nefrología* 5: 581-586, 2006.
15. Gómez-Campedrá F, Polo JR: Larga vida al acceso vascular permanente para hemodiálisis. *Nefrología* XXV: 97-102, 2004.