

Original breve

Utilidad de la valoración ecográfica previa a la realización del primer acceso vascular para hemodiálisis

Eduardo Mateos Torres^{a,c,*}, Silvia Collado Nieto^b, Higinio Cao Baduell^b,
Mónica Lacambra Peñart^a, Alina Velescu^a y Albert Clará Velasco^{a,c}

^a Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital del Mar, Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques (IMIM), Barcelona, España

^b Servicio de Nefrología, Hospital del Mar, Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques (IMIM), Barcelona, España

^c Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 26 de mayo de 2018

Aceptado el 25 de febrero de 2019

On-line el 31 de julio de 2019

Palabras clave:

Acceso vascular

Fístula arteriovenosa

Hemodiálisis

Ecografía doppler

Permeabilidad

RESUMEN

Introducción: Tradicionalmente la indicación del tipo de acceso vascular (AV) se ha basado en la exploración física del cirujano, pero actualmente se sugiere que los métodos de imagen podrían aportar un beneficio. Nuestro objetivo fue valorar si el eco-doppler preoperatorio modifica los resultados del primer AV para hemodiálisis.

Pacientes y métodos: Cohorte prospectiva de pacientes sometidos a un primer AV entre junio de 2014 y julio de 2017, a quienes se practicó un eco-doppler preoperatorio (grupo ECO). Se compararon con una cohorte histórica (enero de 2012-mayo de 2014) de primeros AV indicados exclusivamente mediante clínica (grupo CLN).

Resultados: Se compararon 86 pacientes del grupo CLN con 92 del ECO, siendo estos últimos más jóvenes (68,4 vs 64,0 años; $p=0,038$).

Las permeabilidades primarias (CLN/ECO) a 1 y 2 años fueron del 59,5/71,9% y del 53,1/57,8%, marginalmente mejores en el grupo ECO ($p=0,057$). Las permeabilidades asistidas a 1 y 2 años fueron del 63,2/80,7% y del 58,1/70,2%, siendo significativamente mejores para el grupo ECO ($p=0,010$).

Requirieron un nuevo AV durante los primeros 6 meses, por falta de permeabilidad/utilidad del inicial, el 26,7% en el grupo CLN y el 7,6% en el ECO ($p<0,001$). Se realizaron una media de 1,39 intervenciones para conseguir un AV útil en el grupo CLN y 1,08 en ECO ($p=0,001$), siendo el primer AV útil a nivel radiocefálico en el 31,0/45,1% ($p=0,039$).

Conclusión: La indicación del primer AV en función de una exploración mediante eco-doppler preoperatoria podría mejorar de forma significativa la permeabilidad, disminuir la necesidad de nuevos AV y permitir realizarlos más distales.

© 2019 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: emateos@parcdesalutmar.cat (E. Mateos Torres).

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2019.02.012>

0211-6995/© 2019 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Utility of doppler ultrasound in the preoperative evaluation of the first vascular access for haemodialysis

A B S T R A C T

Keywords:

Vascular access
Arteriovenous fistulae
Haemodialysis
Doppler ultrasound
Patency

Introduction: Traditionally, the indication of the type of vascular access (VA) has been based on the surgeon's physical examination, but it is now suggested that imaging methods could provide a clinical benefit. Our aim was to determine whether or not preoperative Doppler ultrasound modifies outcomes of the first VA for haemodialysis.

Patients and methods: Prospective cohort of patients undergoing a first VA from June 2014 to July 2017 who had a preoperative Doppler ultrasound (ECO group). They were compared to a historical cohort (January 2012-May 2014) of first VA indicated exclusively by clinical assessment (CLN group).

Results: A total of 86 patients from the CLN group were compared to 92 from the ECO group, which was younger (68.4 vs 64.0, $P = .038$).

The primary patency (CLN/ECO) at 1 and 2 years was 59.5%/71.9% and 53.1%/57.8% respectively, marginally better in the ECO group ($P = .057$). The assisted patency at 1 and 2 years was 63.2%/80.7% and 58.1%/70.2%, respectively, significantly better for the ECO group ($P = .010$). Due to lack of patency/utility of the initial VA, 26.7% in the CLN group and 7.6% in the ECO group ($P < .001$) required a new VA during the first 6 months. An average of 1.39 interventions were performed to achieve a useful VA in the CLN group and 1.08 in the ECO group ($P < .001$), the first VA being useful at the radiocephalic level in 31.0%/45.1% ($P = .039$).

Conclusion: The indication of the first VA according to a preoperative Doppler ultrasound examination could decrease the need for new VA, enable them to be made more distal, and significantly improve patency.

© 2019 Sociedad Española de Nefrología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Disponer de un acceso vascular (AV) adecuado antes de iniciar el programa de hemodiálisis (HD) es uno de los mayores retos que plantea la enfermedad renal terminal. Es ampliamente reconocido que las fistulas arteriovenosas (FAV) nativas (FAVn) son el AV ideal, pero unas tasas de fallo precoz de hasta el 23%¹, una limitada permeabilidad primaria a medio plazo (del 60% al año y del 51% a los 2 años)¹ y la falta de maduración del 28-53%² de los accesos dificultan la disponibilidad de una FAVn funcional y útil en el momento en que se necesita.

Tradicionalmente la decisión del tipo de AV a realizar se ha tomado en función de la anamnesis y la exploración física, pero estos elementos habitualmente no permiten una correcta valoración del patrimonio venoso (sobre todo en caso de obesidad o antecedentes de punciones) ni del estado del eje arterial (en pacientes diabéticos o con arteriopatía periférica)³.

La práctica de un eco-doppler (ED) preoperatorio en los pacientes a los que se va a realizar un AV para HD podría mejorar esta evaluación clínica. Su carácter incruento, su cada vez más extendida disponibilidad y la cantidad de información anatómica y hemodinámica que aporta en manos expertas la han convertido en un elemento cada vez más importante a la hora de planificar cualquier estrategia de AV. De hecho, desde hace algunos años ha sido recomendada en las guías clínicas de la *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI)*⁴, de la *European Renal Association-European Dialysis and Transplant Association (ERA-EDTA)*⁵ y más recientemente del Grupo

Español Multidisciplinar del Acceso Vascular (GEMAV)⁶, aunque con un grado de evidencia bajo. En la práctica clínica habitual, sin embargo, el eco-doppler no parece constituir por el momento una exploración generalizada.

El objetivo de este estudio fue evaluar si la introducción de un eco-doppler preoperatorio modificaba la estrategia habitual de realización de AV, su permeabilidad y utilidad para HD, así como la necesidad de reintervenciones.

Pacientes y métodos

Cohorte prospectiva de pacientes consecutivos a los que se realizó un primer AV para HD entre junio de 2014 y julio de 2017 (grupo ECO) en el Servicio de Angiología y Cirugía Vascular del Hospital del Mar (Barcelona). Todos los pacientes fueron evaluados preoperatoriamente de forma clínica y mediante eco-doppler.

Como grupo control (grupo CLN) se analizó de forma retrospectiva la cohorte de pacientes consecutivos a los que se realizó un primer AV para HD entre enero de 2012 y mayo de 2014 en el mismo centro.

En ambos grupos, la decisión del tipo de AV a realizar la tomaron cirujanos vasculares experimentados, en el grupo CLN solo con valoración clínica y en el grupo ECO en función del eco-doppler preoperatorio.

La valoración clínica incluyó variables demográficas (edad, sexo), antecedentes clínicos (diabetes mellitus, índice de masa corporal) y datos nefrológicos (HD activa o prediálisis,

catéteres venosos centrales [CVC] previos). La exploración física incluyó pulsos en extremidades superiores, maniobra de Allen, presencia de cicatrices, edema o circulación colateral y exploración clínica de capital venoso con compresión proximal mediante smarch.

La valoración ecográfica se realizó por un único explorador mediante un transductor lineal de 7-11 MHz y equipo Logiq S7 Expert (General Electric Healthcare, EE.UU.). En la exploración se analizaron las arterias radial y humeral considerándolas aptas para AV si: a) diámetro > 2 mm; b) ausencia de calcificación importante; c) curva doppler trifásica, y d) velocidad pico-sistólica > 50 cm/s. La exploración venosa se realizó con compresión proximal mediante smarch y se consideraron como aptas para AV las venas con: a) diámetro > 2,5 mm; b) profundidad < 6 mm, y c) permeabilidad en todo su trayecto^{7,8}. Por último, se valoró la ausencia de signos indirectos de oclusión venosa proximal (fasicidad respiratoria a nivel axilar).

Se recogieron los tiempos de demora entre la indicación del AV por parte del nefrólogo y la valoración por parte del cirujano vascular y la demora entre esta visita y la realización de la intervención quirúrgica.

Las intervenciones fueron realizadas por cirujanos vasculares experimentados. La primera visita de seguimiento la realizaron los cirujanos vasculares dentro de las dos semanas posteriores a la cirugía. Posteriormente los controles se realizaron por parte de Nefrología cada 3-4 meses en el estadio 4 (FG entre 30-15) y cada 1-2 meses en el estadio 5 (FG < 15). Los pacientes en los que se detectó falta de maduración o problemas de funcionamiento fueron valorados de nuevo ecográficamente por Cirugía Vascular.

Durante el seguimiento se registró la permeabilidad, la utilidad para HD, las reintervenciones y la necesidad de nuevos AV. Se consideró un AV maduro aquel que cumplía la regla de los 6 por eco-doppler (diámetro de vena > 6 mm, profundidad < 6 mm, flujo > 600 ml/min), que se lograra puncionar o fuera considerado puncionable por una enfermera de HD experimentada.

El análisis estadístico fue realizado mediante el programa SPSS versión 22. Para el análisis descriptivo se utilizó la media y la desviación estándar (DE) para las variables cuantitativas, y la frecuencia y los porcentajes para las cualitativas. La comparación entre grupos se realizó mediante el test t de Student para las variables cuantitativas y el chi Cuadrado o test de

Fisher para las cualitativas. El análisis de la permeabilidad se realizó mediante curvas de supervivencia Kaplan-Meier y su comparación mediante los test Log-Rank y Breslow. El análisis multivariable se realizó mediante regresión de Cox y logística.

Resultados

De los 113 pacientes del grupo ECO se excluyeron 12 casos a quienes no se pudo realizar la ecografía preoperatoria (al intervenir en periodos de ausencia del explorador ecográfico) y 9 pacientes en quienes nuevos eventos clínicos desaconsejaron la consideración del eco-doppler en la elección del primer AV (4 fueron FAV en las que hubo un cambio de lateralidad pero no de nivel a causa de que las venas indicadas habían sido lesionadas por punciones; 4 fueron FAV que se realizaron en un nivel proximal, en pacientes que requerían un AV de forma preferente y consideró el cirujano que implicaría una maduración más rápida, y una se realizó más distal sin una causa descrita). Por consiguiente, el grupo ECO incluyó finalmente 92 pacientes, mientras que en el grupo CLN se incluyeron 86.

En cuanto a las características basales de los pacientes intervenidos, los pacientes del grupo ECO fueron más jóvenes que los del grupo CLN. En la [tabla 1](#) se describen las características de ambos grupos de pacientes.

El tiempo de demora entre la solicitud del AV por parte de Nefrología y la valoración por parte del cirujano vascular fue de 23,8 días (DE=23,8) para el grupo CLN y de 17,6 días (DE=17,2) para el grupo ECO, siendo la diferencia marginalmente significativa (p=0,063), y el periodo entre la valoración y la realización del AV fue de 53,3 días (DE=70,7) y de 32,1 días (DE=35,6), respectivamente, siendo la diferencia estadísticamente significativa (p=0,012).

El tipo de AV realizado en cada uno de los grupos se describe en la [tabla 2](#). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos. El AV se realizó en el brazo izquierdo en el 64% en el grupo CLN y en el 68,5% en el grupo ECO.

Presentaron complicaciones inmediatas 21 pacientes del grupo CLN (24,4%): 10 trombosis inmediatas, 3 hematomas leves, 5 infección leves, 2 isquemia por robo leve y una trombosis venosa profunda de extremidad inferior. En 8 intervenciones se realizó una exploración quirúrgica previa de la vena de carpo, descartándose la misma y realizándose el AV más proximal. En el grupo ECO presentaron

Tabla 1 – Características basales de los pacientes sometidos a un primer acceso vascular quirúrgico para hemodiálisis, indicado tras valoración clínica aislada (CLN) o tras eco-doppler preoperatorio (ECO)

	Grupo CLN (n=86)	Grupo ECO (n=92)	p
Edad ^a	68,4 (13,2)	64,0 (13,6)	p = 0,038
Sexo, varones	52 (61%)	58 (63%)	ns
Hipertensión arterial	79 (92%)	85 (92%)	ns
Diabetes mellitus	54 (63%)	51 (55%)	ns
Insuficiencia cardiaca	25 (29%)	25 (27%)	ns
Cardiopatía isquémica	20 (23%)	18 (20%)	ns
Filtrado glomerular (ml/min/1,73 m ²) ^a	15,9 (4,6)	14,5 (4,0)	ns
Prediálisis	69 (81%)	71 (77%)	ns
Índice de masa corporal ^a	30,2 (5,5)	28,5 (7,1)	ns

^a Media (desviación estándar).
ns: no significativo.

Tabla 2 – Localización del primer acceso vascular en la intervención inicial (FAV inicial) y del primer AV útil o maduro (FAV madura), indicado tras valoración clínica aislada (CLN) o tras eco-doppler preoperatorio (ECO), en porcentaje

	FAV inicial			FAV madura		
	CLN	ECO	p	CLN	ECO	p
FAV RAD-CEF	46,5%	53,3%	ns	31,0%	45,1%	0,039
FAV HUM-CEF	45,3%	40,2%	ns	51,2%	47,3%	ns
FAV HUM-BAS SUPRF	5,8%	2,3%	ns	7,1%	3,3%	ns
Prótesis	2,3%	3,3%	ns	9,5%	4,4%	ns

FAV: fístula arteriovenosa; HUM-BAS SUPERF: humerobasílica superficializada; HUM-CEF: humerocefálica; ns: no significativo; RAD-CEF: radiocefálica.

complicaciones inmediatas 11 pacientes (12%): 2 trombosis inmediatas, 2 hematomas (uno requirió revisión quirúrgica), 5 infecciones leves de herida, una isquemia por robo leve y un edema persistente de extremidad. La tasa de complicaciones inmediatas fue menor en el grupo ECO ($p=0,024$).

El seguimiento medio fue de 1.277 días en el grupo CLN y 556 días en el grupo ECO. La permeabilidad primaria en el grupo CLN fue a 1 mes, 6 meses, 1 año y 2 años del 89,5, del 67,6, del 59,5 y del 53,1%, mientras en el grupo ECO fue del 97,8, del 81,6, del 71,9 y del 57,8%. Estas diferencias fueron marginalmente significativas, con mejores tasas de permeabilidad para el grupo ECO ($p=0,057$) (fig. 1).

Durante el seguimiento, y para mantener el funcionamiento del AV, se requirieron 7 intervenciones adicionales en el grupo CLN (4 superficializaciones diferidas, 2 angioplastias simples y una ligadura de colaterales) y 13 en el ECO (9 angioplastias simples, 2 superficializaciones diferidas y 2 trombectomías segmentarias). Las tasas de permeabilidad asistida en el grupo CLN fueron a 1 mes, 6 meses, 1 año y 2 años del 89,5, del 70,0, del 63,2 y del 58,1%, mientras en el grupo

ECO fueron del 97,8, del 88,4, del 80,7 y del 70,2%. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=0,010$), con mejores tasas de permeabilidad para el grupo ECO (fig. 2).

Para intentar limitar el sesgo de la diferencia de edad existente entre los grupos se repitió el análisis de permeabilidad estratificando para una edad inferior/superior a 65 años. En la permeabilidad primaria se detectaron diferencias significativas en los <65 años ($p=0,049$), mientras que en los >65 años no se demostraron estadísticamente diferencias ($p=0,209$). En cuanto a la permeabilidad asistida, se mantenían las diferencias entre grupos tanto en <65 años ($p=0,047$) como en >65 años ($p=0,042$).

Requirieron un nuevo AV durante los primeros 6 meses tras la intervención, por trombosis o por acceso no útil, el 26,7% de los pacientes en el grupo CLN y el 7,6% en el ECO ($p<0,001$). Se realizaron una media de 1,39 intervenciones hasta conseguir un AV útil en el grupo CLN y de 1,08 en el ECO ($p<0,001$). A consecuencia de estas intervenciones, el primer AV útil para HD fue significativamente más distal en el grupo ECO que en el grupo CLN ($p<0,001$) (tabla 2).

Ninguna de las variables clínicas valoradas influyó en los resultados de permeabilidad ni en la necesidad de nuevos AV, en el análisis multivariable de regresión de Cox y logística.

El porcentaje de pacientes que requirió un catéter para iniciar la HD fue en el grupo CLN del 19% y en el grupo ECO del 22%, sin ser estas diferencias estadísticamente significativas. En el grupo ECO, los 20 CVC fueron colocados por necesidad de HD urgente antes de ser derivados a Cirugía Vascular para la valoración y realización de la FAV. En el grupo CLN, 14 fueron también implantados antes, pero 2 CVC se colocaron después de la realización de la FAV, por falta de maduración de la misma en el momento de iniciar la HD.

Se revisó la evolución de los pacientes descartados del estudio, obteniendo una permeabilidad primaria al año del 54% y asistida del 57%. Se repitió el análisis de permeabilidad por intención de tratamiento, incluyendo los excluidos en el grupo

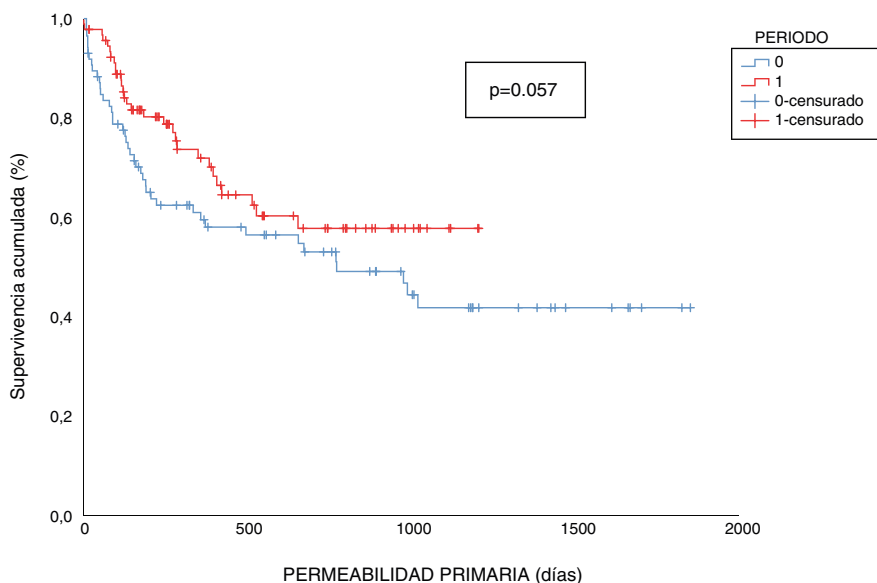


Figura 1 – Permeabilidad primaria del primer acceso vascular, indicado tras valoración clínica aislada (CLN, en azul) o tras eco-doppler preoperatorio (ECO, en rojo).

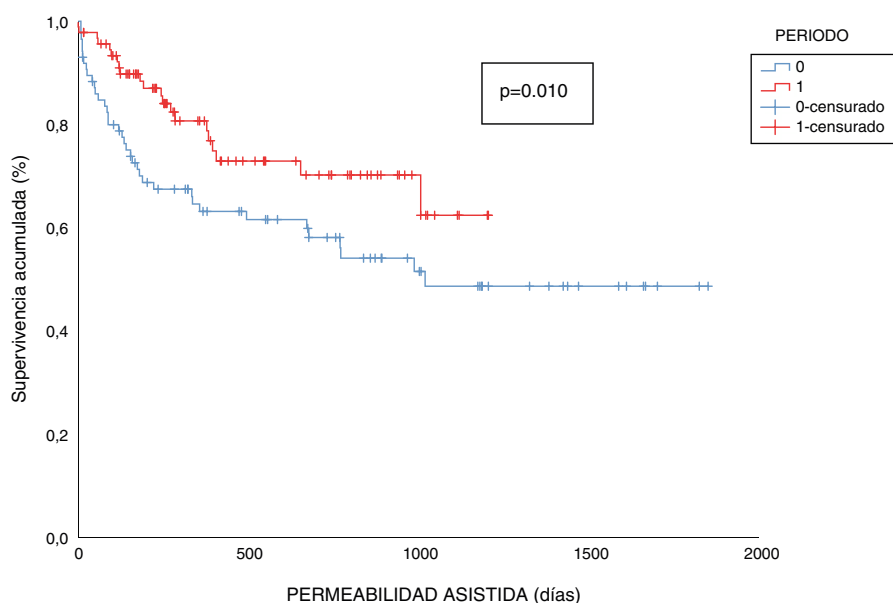


Figura 2 – Permeabilidad asistida primaria del primer acceso vascular, indicado tras valoración clínica aislada (CLN, en azul) o tras eco-doppler preoperatorio (ECO, en rojo).

ECO, y se obtuvo en global una permeabilidad primaria a 1 y 2 años del 68,9 y del 56%, y una asistida del 76,4 y del 68%. Estos resultados, en comparación con los obtenidos en el grupo CLN, no alcanzaron la significación en la permeabilidad primaria ($p=0,19$) pero sí fueron estadísticamente diferentes en cuanto a la permeabilidad asistida ($p=0,045$), tal y como ya sucedía en el análisis original.

Discusión

Disponer de un AV adecuado al inicio de la HD supone todo un reto, y más teniendo en cuenta que el AV recomendado debería ser una FAV nativa (FAVn). En la literatura se describen tasas de fallo precoz del 23%, una limitada permeabilidad primaria (del 60% al año y del 51% a los 2 años)¹ y una falta de maduración del 28-53%², que pueden hacer fracasar muchas de las FAVn realizadas. Estas cifras son semejantes a las observadas en nuestra cohorte histórica de control. Por lo tanto, introducir un cambio que pueda mejorar el pronóstico de la técnica supondría un gran avance.

Sin embargo, a nivel científico continúa existiendo controversia respecto a la utilidad de la valoración ecográfica previa a la realización del AV. Ferring et al.⁹ publicaron en 2008 una revisión en la que concluyen que la eco-doppler preoperatoria debe reservarse para determinados casos en los que exista dificultades para el examen clínico (obesos, ausencia de pulsos, cirugías previas), pacientes con posible enfermedad vascular periférica o con posibles lesiones venosas. Una revisión más reciente de la Cochrane¹⁰ en 2015 también concluye que la evaluación instrumental preoperatoria no mejora los resultados de la FAV. Por el contrario, los metaanálisis realizados por Wong et al.¹¹ en 2013 y Georgiadis et al.¹² en 2015, basados en 3 y 5 ensayos clínicos, respectivamente, sugieren un beneficio del uso de la ED de forma rutinaria en la exploración preoperatoria, con mejores tasas de permeabilidad a largo plazo.

Los pacientes incluidos en nuestro trabajo han presentado un número y unas características similares en los dos grupos, a excepción de una media de edad más avanzada en el grupo CLN. Entre los factores de riesgo reconocidos^{13,14}, la edad avanzada es uno de los que pueden implicar un peor pronóstico de los AV¹⁵, sobre todo en las FAVn a nivel distal. La diferencia hallada entre los grupos a estudio (68,4 vs 64 años) podría tener cierta influencia a la hora de explicar un peor resultado del grupo CLN. Por este motivo realizamos un nuevo análisis de la permeabilidad estratificando por edad, corroborando que, independientemente de la diferencia de edad entre los grupos de estudio, la valoración ecográfica influye en la permeabilidad, ya que se mantienen los resultados significativos en la permeabilidad asistida y se alcanza la significación estadística en la permeabilidad primaria del subgrupo <65 años. En cuanto al resto de variables, tampoco mostraron influencia sobre los resultados de permeabilidad en el análisis multivariable.

La implantación del programa conllevó una modificación de los protocolos de derivación de los pacientes, así como mejoras en el registro de los pacientes que se encontraban en espera de intervención. Estos cambios han permitido disminuir de forma significativa los tiempos de demora tanto de valoración (en un 35%) como de intervención (en un 66%).

No existieron diferencias en el porcentaje de pacientes que requirieron un catéter para iniciar diálisis (22% vs 19%), observando un incremento de los casos no controlados por Nefrología que han necesitado HD de forma urgente, sin que influyan en estos casos las mejoras del circuito de derivación para la realización de una FAV. Se ha logrado reducir a cero la necesidad de implantar un CVC por retrasos en la realización o maduración de la FAV.

La mejora observada en la permeabilidad primaria y asistida es clínicamente relevante, aunque en el caso de la segunda ha sido a costa de un incremento del intervencionismo endovascular. En este punto probablemente la

valoración con eco-doppler también ha influido, ya que en los pacientes a los que el nefrólogo objetiva una falta de maduración durante el seguimiento, su uso como herramienta diagnóstica puede ayudar a detectar de forma precoz lesiones susceptibles de corrección.

Pero el resultado más destacable es la disminución de la necesidad de realizar nuevos AV, con un 30% menos de reintervenciones, y logrando aumentar de forma significativa el número de accesos radiocefálicos distales funcionantes y útiles para poder ser puncionados (diferencia que ya se observaba tras la primera intervención, pero de forma no significativa).

A los beneficios descritos por el estudio cabría añadir otro más intangible, que sería la posibilidad de una mejor planificación de los accesos futuros, ya que, al conocer desde el inicio del seguimiento el patrimonio arterial y venoso, podemos diseñar estrategias en función de las opciones disponibles.

Nuestro estudio presenta como principales limitaciones el contar con un número de pacientes limitado, el carácter retrospectivo de la cohorte de control y un incremento en paralelo del intervencionismo endovascular en el seguimiento de los AV. En cuanto a los pacientes descartados del estudio, sus resultados son comparables con los del grupo CLN, hecho congruente con que su realización se realizara sin tener en cuenta la recomendación ecográfica y motivo por el cual se decidió no incluirlos en el grupo de estudio.

Ante los resultados expuestos, la indicación del primer AV en función de una exploración mediante eco-doppler previa parece que mejora los resultados del mismo y podría aumentar la permeabilidad, disminuir la necesidad de nuevos AV y lograr que sean más distales, aunque a expensas de un mayor intervencionismo endovascular durante el seguimiento.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Agradecimientos

El presente artículo ha sido realizado en el marco de los estudios de doctorado de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).

BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Jaishi AA, Oliver MJ, Thomas SM, Lok CE, Zhang JC, Garg AX, et al. Patency rates of the arteriovenous fistula for hemodialysis: A systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis.* 2014;63:464-78.
2. Reinhold C, Haage P, Hollenbeck M, Mickley V, Ranft J. Multidisciplinary management of vascular access for haemodialysis: From the preparation of the initial access to the treatment of stenosis and thrombosis. *VASA.* 2011;40:188-98.
3. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: Problems and solutions. *Kidney Int.* 2002;62:1109-24.
4. National Kidney Foundation. KDOQI clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis.* 2006;48:S176-247.
5. Tordoir J, Canaud B, Haage P, Konner K, Basci A, Fouque D, et al. EBPG on vascular access. *Nephrol Dial Transplant.* 2007;22 Suppl 2:88-117.
6. Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, Moreno T, Moñux G, Martí-Monrós A, et al. Spanish clinical guidelines on vascular access for haemodialysis. *Nefrologia.* 2017;37 Supl 1:1-177.
7. Silva MB Jr, Hobson RW 2nd, Pappas PJ, Jamil Z, Araki CT, Goldberg MC, et al. A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: Impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg.* 1998;27:302-7.
8. Glass C, Porter J, Singh M, Gillespie D, Young K, Illig K. A large-scale study of the upper arm basilic transposition for hemodialysis. *Ann Vasc Surg.* 2009;24:85-91.
9. Ferring M, Henderson J, Wilmsink A, Smith S. Vascular ultrasound for the pre-operative evaluation prior to arteriovenous fistula formation for haemodialysis: Review of the evidence. *Nephrol Dial Transplant.* 2008;23:1809-15.
10. Kosa SD, al-Jaishi AA, Moist L, Lok CE. Preoperative vascular access evaluation for haemodialysis patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015:CD007013.
11. Wong CS, McNicholas N, Healy D, Clarke-Moloney M, Coffey JC, Grace PA, et al. A systematic review of preoperative duplex ultrasonography and arteriovenous fistula formation. *J Vasc Surg.* 2013;57:1129-33.
12. Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The necessity for routine pre-operative ultrasound mapping before arteriovenous fistula creation: A meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49:600-5.
13. Smith GE, Gohil R, Chetter IC. Factors affecting the patency of arteriovenous fistulas for dialysis access. *J Vasc Surg.* 2012;55:849-55.
14. Feldman HI, Joffe M, Rosas SE, Burns JE, Knauss J, Brayman K. Predictors of successful arteriovenous fistula maturation. *Am J Kidney Dis.* 2003;42:1000-12.
15. Lazarides MK, Georgiadis GS, Antoniou GA, Stamos DN. A meta-analysis of dialysis access outcome in elderly patients. *J Vasc Surg.* 2007;45:420-6.