

Original

Resultados del tratamiento endovascular de la estenosis de la anastomosis venosa en las fístulas arteriovenosas protésicas para hemodiálisis de PTFE. Análisis comparativo entre fístulas permeables y trombosadas

Ferrán Plá Sánchez^{a,*}, Guillermo Moñux Ducajú^b, Oscar Uclés Cabeza^c, Rodrigo Rial^b, Adriana Baturone Blanco^c, Julio Reina Barrera^c, Antonio Martín Conejero^c y Francisco Javier Serrano Hernando^c

^a Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín, Las Palmas de Gran Canaria, España

^b Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Universitario HM Torrelodones, Madrid, España

^c Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 24 de abril de 2020

Aceptado el 17 de marzo de 2021

On-line el 12 de agosto de 2021

Palabras clave:

Estenosis
Anastomosis
Stent
Trombectomía
Prótesis
Arteriovenosa

RESUMEN

Objetivo: Analizar los resultados del tratamiento endovascular (TEV) de las estenosis en las anastomosis venosas (EAV) de las fístulas arteriovenosas protésicas (FAVp), comparando su utilidad al realizarse sobre FAVp permeables frente a trombosadas.

Material y métodos: Estudio retrospectivo de pacientes intervenidos mediante TEV por EAV de fístulas humeroaxilares realizadas entre enero de 2009 y diciembre de 2019 en nuestro centro. Grupo A: FAVp trombosada secundaria a EAV; Grupo B: FAVp permeable con EAV detectada en seguimiento. Se definió éxito técnico como estenosis residual $\leq 30\%$ y éxito clínico como diálisis efectiva inmediata. Tras el TEV se realizó un seguimiento clínico y con eco-Doppler semestral. Estudio estadístico: se realizó un análisis de supervivencia mediante el método Kaplan Meier para el estudio de permeabilidades.

Resultados: Grupo A: 55 pacientes. Grupo B: 22 pacientes. No existieron diferencias significativas en las características demográficas ni anatómicas entre grupos.

El éxito técnico y clínico fueron del 100% en el grupo B frente a un 94,5% y 91%, respectivamente, en el grupo A.

La permeabilidad primaria a 1, 6 y 12 meses en el Grupo A fue: 81,8%, 22,4% y 15,7%, respectivamente, frente al Grupo B: 100%, 85,9%, 76,4% ($p < 0,001$). Permeabilidad secundaria a 1, 6 y 12 meses en el Grupo A fue 85,2%, 45,8% y 31,3%, respectivamente, frente al Grupo B 100%, 95,3%, 95,2% ($p < 0,001$). El uso de stents no cubierto se asoció a un mayor riesgo de oclusión (HR 2,669 IC 95% 1,146-6,216, $p = 0,010$).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ferplasan@gmail.com (F. Plá Sánchez).

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2021.03.015>

0211-6995/© 2021 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/>).

Conclusión: Es esperable una mayor permeabilidad del TEV realizado sobre una FAVp permeable, por lo que es recomendable elaborar programas de seguimiento que sean capaces de detectar la EAV previo a su trombosis.

© 2021 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/>).

Results of endovascular treatment of venous anastomotic stenosis in prosthetic arteriovenous for hemodialysis PTFE grafts. Comparative analysis between patent and occluded grafts

A B S T R A C T

Keywords:

Stenosis
Anastomotic
Stent
Thrombectomy
Graft
Arteriovenous

Objective: To analyze the results of endovascular treatment of venous anastomotic stenosis (VAS) in humero-axillary arteriovenous grafts (HAG), comparing outcomes between patent and thrombosed HAG.

Material and methods: A retrospective cohort study was made of endovascular treated patients because of a VAS in a HAG between January 2009 and December 2019. Group A: Thrombosed HAG secondary to a VAS. Group B: Patent HAG with a VAS detected during follow-up. Technical success was defined as residual stenosis after treatment <30%, and clinical success as satisfactory immediate dialysis after surgery. After ET a biannual clinical and ultrasound follow-up was performed. Statistical analysis: Survival analysis was performed for time-to-event data to assess patency.

Results: Group A: 55 patients. Group B: 22. There were no significative differences in demographic and anatomical factors between groups.

Technical and clinical success were 100% in Group B and 94.5% and 91% respectively in Group A.

Primary patency at 1, 6 and 12 months was: Group A: 81.8%, 22.4% and 15.7% respectively. Group B: 100%, 85.9%, 76.4% ($p < 0.001$). Secondary patency at 1, 6 and 12 months was: Group A: 85.2%, 45.8% and 31.3% respectively. Group B 100%, 95.3%, 95.2% ($p < 0.001$). Use of non-covered stents was associated with an increased risk of occlusion (HR 2.669 95% CI 1.146-6.216, $p = 0.010$).

Conclusion: A higher patency of EV performed on a patent HAG is expected. It is therefore advisable to develop surveillance programs that are capable to detect VAS before its occlusion.

© 2021 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

El acceso vascular (AV) juega un papel esencial en el manejo del paciente renal, tanto por la morbimortalidad que acarrea como por su repercusión en la calidad de vida del enfermo¹⁻⁴. Es por ello que el mantenimiento del AV funcional supone todo un desafío, tanto para los pacientes como para los médicos que lo abordan.

Pese a que por su menor morbilidad y mayor permeabilidad los accesos autólogos son el AV ideal y recomendable en todo paciente⁵, un porcentaje elevado realiza la diálisis a través de fístulas protésicas de politetrafluoroetileno^{6,7} (PTFE). Este acceso tiene una elevada tasa de fracaso en los primeros 18 meses tras su realización⁷, debido sobre todo al desarrollo de hiperplasia intimal en la anastomosis venosa⁸.

No obstante y pese a que las diferentes sociedades científicas recomiendan el seguimiento para detección temprana de

alteraciones⁹⁻¹², su reparación de forma preventiva es controvertida, ya que existen dudas sobre los beneficios que aporta en términos de permeabilidad o durabilidad de la fístula a largo plazo^{13,14}.

Así pues, el propósito del presente estudio es analizar los resultados del tratamiento endovascular (TEV) de la estenosis de la anastomosis venosa (EAV) en la fístula arteriovenosa protésica (FAVp), comparando su utilidad al realizarse FAVp permeables frente a trombadas.

Material y método

Se analizaron de forma retrospectiva todos los pacientes intervenidos mediante TEV en el Hospital Clínico San Carlos (HCSC) entre enero de 2009 y diciembre de 2019, por estenosis en la anastomosis venosa de las FAVp, excluyéndose aquellos a los que no se les realizó un seguimiento posterior. El estudio fue

aprobado por el comité de ética de nuestro centro y se obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes incluidos.

Se conformaron dos grupos en función de la situación de la fístula en el momento del tratamiento:

- Grupo A: FAVp trombosada como consecuencia de una EAV (detección intraoperatoria).
- Grupo B: FAVp permeable con EAV.

La detección de la EAV se realizó con base en la aparición de problemas en la diálisis y/o hallazgos ecográficos, utilizándose como criterios de severidad o de alto riesgo de trombosis a las combinaciones siguientes:

- Eedución de la luz vascular >50% + ratio de VPS >2.
- Añadido a un flujo Q_A [mL/min] <600 o una reducción del flujo >25% respecto a la medición previa.

Todos los procedimientos fueron llevados a cabo en un quirófano con equipo de rayos X tipo «arco en C». En el grupo B se realizó una fistulografía intraoperatoria que confirmó los hallazgos previo al tratamiento, mientras que los pacientes del grupo A fueron rescatados mediante trombectomía quirúrgica y fistulografía posterior para la detección de la estenosis.

En todos los casos se realizó stenting primario, utilizándose tres tipos de dispositivos: stents autoexpandibles, stents cubiertos o stents liberadores de fármaco.

Se definió como éxito técnico una estenosis residual <30%, y éxito clínico la realización de una diálisis efectiva inmediata (aquella capaz de reestablecer la normohidratación, normotensión y equilibrio hidroelectrolítico del paciente, así como corregir, al menos parcialmente, las alteraciones metabólicas y sistémicas del síndrome urémico).

Tras la cirugía se programó un seguimiento clínico y con eco-doppler semestral en todos los pacientes, siendo referidos con anterioridad a nuestro centro ante la aparición de problemas en la sesión de hemodiálisis.

Se definió permeabilidad primaria como el período transcurrido desde la realización del procedimiento hasta la trombosis del AV o necesidad de procedimientos terapéuticos o preventivos para su rescate, y permeabilidad secundaria como el tiempo desde la intervención hasta la trombosis definitiva de la FAVp.

Se recogieron las características demográficas y comorbilidad de los pacientes, así como características anatómicas preoperatorias de arteria y vena, y datos intraoperatorios.

Análisis estadístico. El objetivo primario del estudio fue evaluar la permeabilidad primaria y secundaria de forma comparativa entre ambos grupos. El objetivo secundario fue identificar qué factores, tanto pre- como intraoperatorios, pudieron asociarse con una mejor permeabilidad. Las variables cualitativas se expresan en números absolutos y porcentajes. Se empleó el test de Kolmogorof-Smirnof para evaluar la distribución de las variables cuantitativas. Las variables continuas con distribución normal se expresan como media con desviación estándar, y variables con otra distribución como mediana y rango intercuartílico. La prueba t-Student se empleó para evaluar la significación estadística entre las variables con distribución normal, y el test U de Mann-Witney si no se ajustaban a ella. Las variables cualita-

Tabla 1 – Variables demográficas y preoperatorias

	Grupo A (55)	Grupo B (22)	p
Edad (años)	70 (50-77,5)	74 (62-77)	0,234
Sexo masculino	60% (33)	55,5% (12)	0,923
Nefropatía diabética	42% (23)	45,5% (10)	0,955
Arteriopatía periférica	23,6% (13)	22,7% (5)	1
Anticoagulación sistémica	29,1% (16)	31,8% (7)	0,938
Diámetro vena (mm)	6,1 (+/-1,47)	5,9(+/-1,38)	0,792
Diámetro arteria (mm)	3,9 (+/-0,75)	4,1(+/-1,1)	0,760
Prótesis 6 mm	74,5% (41)	68,2% (15)	0,571
Prótesis 7 mm	25,5% (14)	31,8% (7)	0,571

tivas fueron comparadas empleando el test de Chi-Cuadrado o el Exacto de Fisher. La estimación de la supervivencia hasta el evento se realizó mediante el método de Kaplan-Meier y se realizó un análisis multivariable mediante la regresión de Cox para la detección de otros posibles factores relacionados con una mayor supervivencia.

El valor $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativa. El análisis se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 20.0; IBM Corporation, Somers, NY, EE. UU.).

Resultados

Se realizaron 204 FAVp entre enero de 2009 y diciembre de 2019 en nuestro centro, de las cuales 91 fueron reparadas por EAV. De estas, 8 fueron tratadas mediante cirugía abierta, y 6 no tuvieron un seguimiento posterior, por lo que fueron excluidas del estudio, siendo finalmente incluidos un total de 77 pacientes.

Fueron intervenidos 55 casos por trombosis de la FAVp (71,4%, grupo A), frente a 22 que presentaban la FAVp permeable en el momento de la intervención (28,6% grupo B). El tiempo medio hasta la reparación del AV desde su realización fue de 9 meses ($\pm 8,63$) en el grupo A, y de 7,84 ($\pm 7,4$) en el grupo B, sin diferencias entre grupos ($p = 0,602$).

Las características anatómicas preoperatorias y demografía están recogidas en la [tabla 1](#). No existieron diferencias significativas en la causa de insuficiencia renal crónica ni otras comorbilidades, así como en las características del mapeo preoperatorio o prótesis empleada.

El éxito técnico fue del 100% en el grupo B, frente a un 94,5% en el grupo A. En un caso se desestimó la reparación tras la trombectomía por las características de la lesión, sin conseguirse en los otros dos casos restantes una adecuada apertura del stent tras la postdilatación del mismo por tratarse de estenosis largas con severa desestructuración del material protésico.

El éxito clínico fue del 100% en el grupo B, frente a un 91% en el grupo A, ya que cinco casos presentaron oclusión inmediata del procedimiento o durante la primera sesión de hemodiálisis, sin permitir una terapia clínicamente efectiva.

En cuanto al tipo de dispositivo empleado, no existieron diferencias significativas entre ambos grupos ([tabla 2](#)).

Se implantaron 12 stents cubiertos, 7 en el grupo A (12,7% del total) y 5 en el grupo B (22,7%). El uso de stent liberador de fármaco fue de 27,3% en el grupo A y de 22,7% en el grupo B, utilizándose stents no cubiertos autoexpandibles en el resto de los casos. La mediana de seguimiento fue de 9 meses (3-20).

Tabla 2 – Características intraoperatorias

	Grupo A (55)	Grupo B (22)	p
Diámetro stent (mm)	7,35 (± 0,69)	7,68 (± 0,67)	0,074
Longitud stent (mm)	40 (40-55)	40 (40-60)	0,580
Un solo stent	91,1% (50)	95,5% (21)	1
Stent liberador droga	27,3% (15)	22,7% (5)	0,459
Stent cubierto	12,7% (7)	22,7% (5)	0,224

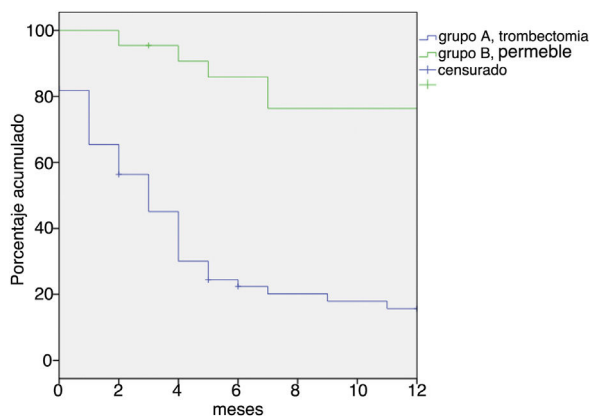


Figura 1 – Permeabilidad primaria.

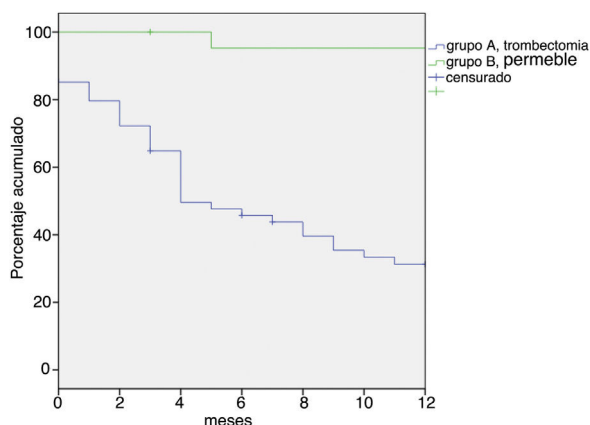


Figura 2 – Permeabilidad secundaria.

La permeabilidad primaria a 1, 6 y 12 meses fue del 81,8%, 22,4% y 15,7%, respectivamente, en el grupo A, frente a un 100%, 85,9%, 76,4% en el grupo B ($p < 0,001$) (figura 1). La permeabilidad secundaria a 1, 6 y 12 meses en el grupo A fue 85,2%, 45,8% y 31,3%, respectivamente, frente al grupo B 100%, 95,2%, 95,2% ($p < 0,001$) (figura 2).

No existieron diferencias significativas en la tasa de reintervención entre ambos grupos (32,7% en el grupo A frente a 36,4% en el grupo B [$p = 0,761$]).

En el análisis multivariable, el stent no cubierto se asoció de forma independiente a una menor permeabilidad respecto a las endoprótesis (HR 2,669; IC 95%; 1,146-6,216, $p = 0,010$), sin hallarse otros factores de asociación.

Discusión

La trombosis supone la complicación más frecuente del AV y la principal causa de pérdida definitiva de la fístula. Ello condiciona una serie de consecuencias negativas para el paciente en terapia renal sustitutiva, incrementando la morbimortalidad, la frecuencia de hospitalización y el gasto sanitario¹⁵.

Aunque no siempre es posible la repermeabilización del acceso y que diferentes autores han descrito una mayor permeabilidad de aquellos rescatados de manera preventiva previo a la trombosis^{16,17}, no existe un consenso claro en las últimas guías respecto a la utilidad del seguimiento⁹⁻¹². Por ejemplo, las últimas guías del GEMAV⁹, KDOQI¹⁰ y ERA-EDTA¹¹ recomiendan, según el concepto habitual de estenosis significativa, efectuar la monitorización de las FAVp mediante métodos de primera generación y no de segunda generación, mientras que la guía de la ESVS¹² sí lo recomienda.

El grupo español de Gruss y cols.⁶, publica similares resultados a nuestro estudio que refieren que el AV reparado tras su oclusión presenta un mayor riesgo de pérdida definitiva del mismo frente a los tratados por estenosis permeable (HR 4; 1,3-13,6).

De la misma forma, Sands y cols.¹⁶, comprueban en una serie de 97 FAVp una mayor permeabilidad de aquellas reparadas de forma preventiva respecto a las trombosadas (1.023 vs. 689 días, $p = 0,01$), y estudios con similares conclusiones han sido publicados por otros autores¹⁷⁻²¹.

Respecto al método de detección, Malik y cols.²² publican un estudio prospectivo controlado en el que demuestran una mayor permeabilidad de las FAVp sometidas a seguimiento ecográfico; comparan la vigilancia clínica frente al ecodoppler permitiendo una mayor detección de accesos disfuncionantes y un aumento de la permeabilidad al año.

Estos hallazgos contrastan con los dos ensayos clínicos realizados hasta la fecha, en los que se concluye que no existe beneficio de la reparación preventiva de la FAVp al no prolongar de forma significativa el tiempo de utilización; no obstante, deben tenerse en cuenta varias consideraciones.

Dember y cols.¹³ realizaron un ensayo clínico que incluyó a 64 pacientes randomizados entre grupo-intervención y grupo-observación. Pese a que no existieron diferencias significativas en el tiempo hasta la pérdida definitiva del acceso, cabe mencionar que se observó una mayor tasa de trombosis en el grupo-observación (72% vs. 44%). Así mismo, un 8% de las trombosis en el grupo-intervención ocurrieron de manera previa al tratamiento, y del total de accesos perdidos al final del seguimiento, únicamente el 16% fue secundario a la trombosis, frente a un 34% en el grupo observación.

Hallazgos similares reportan Ram SJ y cols.²³, con una menor tasa de oclusión definitiva en el grupo tratado previo a la trombosis, pero no una mayor vida útil de la FAVp, aunque no especifican el motivo del abandono y no descartan en sus conclusiones el posible beneficio, aunque discreto, del tratamiento preventivo.

Además, hay que tener en cuenta que, a diferencia del presente estudio, ambos ensayos emplean la angioplastia simple como tratamiento de rescate, por lo que los resultados deben ser interpretados con cautela una vez que parece haber sido demostrada la superioridad del stenting en este territorio^{24,25}.

No hemos encontrado en la literatura estudios similares al aquí expuesto, por lo que se trata del primer estudio en comparar los resultados del stent como método de tratamiento en este contexto.

Un hallazgo interesante a destacar es la mayor tasa de trombosis observada en los dispositivos no cubiertos. Con base en el concepto de la hiperplasia intimal como proceso fisiopatológico responsable de la estenosis yuxtananostomótica, se ha propuesto la utilidad del stent cubierto en el tratamiento de esta patología²⁶⁻²⁸. Resulta razonable asumir que, excluyendo el tejido endotelial, mejoran los resultados frente a la angioplastia simple o el stent no cubierto, tal y como parecen apuntar nuestros resultados.

La naturaleza retrospectiva del trabajo ha impedido disponer de los datos funcionales del grupo A previo a su inclusión en el estudio, por lo que supone una importante limitación a la hora de conocer que FAVp eran previamente disfuncionantes y cuál es el método adecuado para su detección precoz.

Conclusiones

El TEV aplicado sobre una FAVp permeable tiene una mayor permeabilidad que el realizado tras su oclusión.

Pese a la heterogeneidad de los estudios publicados y la ausencia de evidencia respecto a la utilidad del seguimiento para la detección temprana de la EAV, nuestros resultados sugieren que sería recomendable establecer programas de seguimiento que sean capaces de detectar la EAV previo a la trombosis de la FAVp.

Así mismo, la utilización de stents cubiertos podría mejorar los resultados frente a los dispositivos no recubiertos en el rescate del AV disfuncionante.

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

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Lok CE, Foley R. Vascular access morbidity and mortality: trends of the last decade. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013;8:1213-9.
- Ravani P, Palmer SC, Oliver MJ, Quinn RR, MacRae JM, Tai DJ, et al. Associations between hemodialysis access type and clinical outcomes: a systematic review. *J Am Soc Nephrol.* 2013;24:465-73.
- Davidson I, Gallieni M, Saxena R, Dolmatch B. A patient centered decision making dialysis access algorithm. *J Vasc Access.* 2007;8:59-68.
- Rayner HC, Pisoni RL, Bommer J, Canaud B, Hecking E, Locatelli F, et al. Mortality and hospitalisation in haemodialysis patients in five European countries: results from the Dialysis Outcome and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant.* 2004;19:108-20.
- Huber TS, Carter JW, Carter RL, Seeger JM. Patency of autogenous and polytetrafluoroethylene upper extremity arterio-venous hemodialysis accesses: A systematic review. *J Vasc Surg.* 2003;38:1005-11.
- Gruss E, Portolés J, Jiménez T, Hernández T, Rueda JA, del Cerro J, et al. Seguimiento prospectivo del acceso vascular en hemodiálisis mediante un equipo multidisciplinar. *Nefrología.* 2006;26:703-10.
- Pisoni RL, Young EW, Dykstra DM, Greenwood RN, Hecking E, Gillespie B, et al. Vascular access use in Europe and the United States: results from the DOPPS. *Kidney Int.* 2002;61:305-16.
- Kanterman RY, Vesely TM, Pilgram TK, Guy BW, Windus DW, Picus D. Dialysis access grafts: anatomic location of venous stenosis and results of angioplasty. *Radiology.* 1995;195:135-9.
- Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, Moreno T, Moñux G, Martí-Monrós A, et al. Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis. *Nefrología.* 2017 Nov;37 Suppl 1:1-192.
- Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *Am J Kidney Dis.* 2020;75:S1-164.
- Gallieni M, Hollenbeck M, Inston N, Kumwenda M, Powell S, Tordoir J, et al. Clinical practice guideline on peri- and postoperative care of arteriovenous fistulas and grafts for haemodialysis in adults. *Nephrol Dial Transplant.* 2019 Jun 1;34 Suppl 2:ii1-42.
- Schmidli J, Widmer MK, Basile C, de Donato G, Gallieni M, Gibbons CP, et al. Editor's Choice - Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018;55:757-818.
- Dember LM, Holmberg EF, Kaufman JS. Randomized controlled trial of prophylactic repair of hemodialysis arteriovenous graft stenosis. *Kidney Int.* 2004;66:390-8.
- Moist LM, Churchill DN, House AA, Millward SF, Elliott JE, Kribs SW, et al. Regular Monitoring of Access Flow Compared with Monitoring of Venous Pressure Fails to Improve Graft Survival. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14:2645-53.
- Roca-Tey R. Control de los accesos vasculares. Exploración física e instrumental. En: González Álvarez MT, Martínez Cercós R, editores. *Manual de accesos vasculares para hemodiálisis.* Barcelona: Marge Médica Books; 2010. p. 87-97.
- Sands JJ, Miranda CL. Prolongation of hemodialysis access survival with elective revision. *Clin Nephrol.* 1995;44:329-33.
- Safa AA, Valji K, Roberts AC, Ziegler TW, Hye RJ, Oglevie SB. Detection and treatment of dysfunctional hemodialysis access grafts: effect of a surveillance program on graft patency and the incidence of thrombosis. *Radiology.* 1996 Jun;199:653-7.
- McCarley P, Wingard RL, Shyr Y, Pettus W, Hakim RM, Ikizler TA. Vascular access blood flow monitoring reduces access morbidity and costs. *Kidney Int.* 2001 Sep;60:1164-72.
- Schwab SJ, Raymond JR, Saeed M, Newman GE, Dennis PA, Bollinger R. Prevention of hemodialysis fistula thrombosis. Early detection of venous stenoses. *Kidney Int.* 1989 Oct;36:707-11.
- Besarab A, Sullivan KL, Ross RP, Moritz MJ. Utility of intra-access pressure monitoring in detecting and correcting venous outlet stenoses prior to thrombosis. *Kidney Int.* 1995 May;47:1364-73.
- Cayco AV, Abu-alfa AK, Mahnensmith RL, Perazella MA. Reduction in arteriovenous graft impairment: Results of a vascular access surveillance protocol. *Am J Kidney Dis.* 1998 Aug;32:302-8.

22. Malik J, Slavikova M, Svobodova J, Tuka V. Regular ultrasonographic screening significantly prolongs patency of PTFE grafts. *Kidney Int.* 2005 Apr;67:1554-8.
23. Ram SJ, Work J, Caldito GC, Eason JM, Pervez A, Paulson WD. A randomized controlled trial of blood flow and stenosis surveillance of hemodialysis grafts. *Kidney Int.* 2003 Jul;64:272-80.
24. Vogel PM, Parise C. SMART stent for salvage of hemodialysis access grafts. *J Vasc Interv Radiol.* 2004 Oct;15:1051-60.
25. Vogel PM, Parise C. Comparison of SMART stent placement for arteriovenous graft salvage versus successful graft PTA. *J Vasc Interv Radiol.* 2005 Dec;16:1619-26.
26. Haskal ZJ, Trerotola S, Dolmatch B, Schuman E, Altman S, Mietling SN, et al. Stent graft versus balloon angioplasty for failing dialysis-access grafts. *N Engl J Med.* 2010 Feb;362:494-503.
27. Karnabatidis D, Kitrou P, Spiliopoulos S, Katsanos K, Diamantopoulos A, Christeas N, et al. Stentgrafts versus angioplasty and/or bare metal stents for failing arteriovenous grafts: a cross-over longitudinal study. *J Nephrol.* 2013;26:389-95.
28. Davila Santini L, Etkin Y, Nadelson AJ, Safa T. Stent-grafts improve secondary patency of failing hemodialysis grafts. *J Vasc Access.* 2012;13:65-70.