



Shunt de Thomas para hemodiálisis: disfunción y su tratamiento percutáneo

J. J. Gallego*, E. Santos*, J. V. Méndez*, F. Coronel**, J. Torrente**, A. Holguín* y R. Moreno***

*Servicio de Radiodiagnóstico. **Servicio de Nefrología. ***Servicio de Cirugía Vascular. Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

RESUMEN

Propósito: Valorar la utilidad del tratamiento percutáneo de las anomalías de la rama venosa, en la supervivencia de las fístulas externas de Thomas o Shunt de Thomas (ST).

Material y método: Dentro de un programa general de vigilancia de la disfunción de las fístulas de hemodiálisis se incluyeron 12 casos de ST, que se siguieron durante 51 meses. La edad media de los pacientes era de 61 años (27-77), el tiempo medio en hemodiálisis de 151 meses (24-300), y el número de accesos previos de 6 (3-9). Las anomalías encontradas se trataron mediante angioplastia (ATP) o trombolisis y ATP. Se analizaron mediante curvas de supervivencia según el método de Kaplan-Meier, la probabilidad de permeabilidad primaria (P1), secundaria (P2) y acumulada (PA).

Resultado: Durante el período de seguimiento se realizaron 61 intervenciones. En doce ocasiones (19,7%) la fístula estaba trombosada y en el resto se detectó aumento de la presión venosa, 150 mm de Hg o superior, durante la diálisis. Previa desobstrucción de las fístulas trombosadas con Uroquinsa se realizó fistulografía, detectándose una estenosis corta mayor del 50% en la anastomosis o en la vena adyacente a la anastomosis. Se realizó ATP, tras la que se consiguió el éxito anatómico y funcional en el 100% de los casos. La P1 fue de 58%, 33%, 8% y 0% a seis, doce, veinticuatro, y treinta y seis meses, y la P2 de 100%, 75%, 58% y 25% respectivamente a iguales períodos de tiempo. La PA fue de 100%, 83%, 66%, 50%, 41% y 33%, a seis, doce, veinticuatro, treinta y seis, cuarenta y ocho y setenta y dos meses. Al cerrar el estudio seis pacientes seguían dializándose por su fístula, dos habían sido trasplantados, dos habían fallecido y en los dos restantes se había perdido la fístula.

Conclusión: El tratamiento percutáneo de la disfunción en los ST, que se lleva a cabo de manera ambulatoria, es eficaz para mantener a largo plazo su permeabilidad. Este tipo de fístula puede representar una alternativa a los catéteres venosos centrales tunelizados.

Palabras clave: Fístulas de hemodiálisis. Shunt de Thomas. Tratamiento percutáneo.

Recibido: 7-III-2002.

En versión definitiva: 9-IX-2002.

Aceptado: 9-IX-2002.

Correspondencia: Dr. J. J. Gallego Beuter
Jefe de Sección de Radiología Vascular e Intervencionista
Departamento de Radiología
Hospital Clínico San Carlos
Profesor Martín Lagos, s/n.
28040 Madrid
E-mail: jgallego@hcsc.insalud.es

THOMAS HEMODIALYSIS SHUNT: DYSFUNCTION AND PERCUTANEOUS TREATMENT

SUMMARY

Purpose: To assess the usefulness of percutaneous treatment of abnormalities of the venous tree in extending the survival of external Thomas shunts (TS).

Materials and methods.: Twelve cases of TS were included in a hemodialysis access fistula dysfunction monitoring program and were followed for up to 48 months. The abnormalities found were treated by percutaneous transluminal angioplasty (PTA) or thrombolysis and PTA. Survival curves and the Kaplan-Meier method were used to calculate the likelihood of primary patency (P1), secondary patency (P2), and overall patency (OP).

Results: A total of 61 interventions were performed during the period of follow-up. On 12 occasions the fistula was thrombosed; in the rest, increased venous pressure to 150 mmHg or higher was detected during dialysis. Fistulography was performed after washing the thrombosed fistulas with urokinase, and revealed one or more of the following angiographic signs: 1) a short reduction of more than 50% in lumen caliber in the femoral vein adjacent to the anastomosis, present in 52% of the cases (fig. 1); 2) imaging a «jet» of contrast material at the site of entry of the shunt into the femoral vein (fig. 2), present in 22% of the cases; and 3) a filling defect or «flap» at the same site, owing to hyperplastic tissue or piece of thrombus adhering to the intima, present in 34% of the cases (figs. 3-5). This last-mentioned finding ordinarily gave rise to a «valve» effect, whereby injection into the venous branch was feasible but aspiration from the venous branch was difficult or impossible.

PTA was carried out and attained anatomical and functional success in 100% of cases. P1 was 58%, 33%, 8%, and 0% at 6, 12, 24, and 36 months, respectively; P2 was 100%, 75%, 58%, and 25%; respectively, at those same times. The comparison of the P1 and P2 curves was statistically significant; $p < 0.001$ (table 1). OP was 83%, 66%, 50% and 41% at 12, 24, 36 and 48 months. The comparison of the P1 surgical and OP curves was statistically significant; $p < 0.01$ (table II).

Conclusions: Percutaneous treatment of TS dysfunction was proved to be effective in maintaining long-term patency. This type of fistula affords an alternative to tunneled central venous catheters.

Key words: Hemodialysis shunt. Thomas shunt. Percutaneous treatment.

INTRODUCCIÓN

La corrección del fracaso hemodinámico de los accesos vasculares para hemodiálisis se ha convertido en uno de los procedimientos quirúrgicos y percutáneos más comúnmente realizados en los hospitales que tienen programas de diálisis y trasplante renal. Este aumento significativo está en relación directa con la mayor supervivencia de los pacientes con enfermedades renales crónicas, lo que lleva a tratamientos más prolongados y a realizar mayor número de intervenciones para mantener el acceso vascular y aumentar así su supervivencia.

En los pacientes sometidos a hemodiálisis de larga duración, en los que la diálisis peritoneal continua

ambulatoria (DPCA) no es técnicamente posible, a medida que se van perdiendo los accesos, los vasos disponibles para la creación de los nuevos se van agotando. Las opciones quedan entonces limitadas a los catéteres venosos centrales tunelizados (CVCT), y a un grupo secundario de fístulas prácticamente olvidado, entre las que se encuentra el Shunt de Thomas¹, al que nos vamos a referir más extensamente.

MATERIAL Y MÉTODO

Desde 1995 hasta la actualidad, dentro del programa general de seguimiento de la disfunción de

las fístulas de hemodiálisis en nuestro hospital, se incluyeron 12 casos de ST, en los que se realizó un seguimiento medio de 26 meses (13-51). La media de edad y de permanencia en hemodiálisis de los pacientes fue de 61 años (27-77) y de 151 meses (24-300) respectivamente. El promedio de accesos previos era de 6 (3-9), y se realizaron en total 61 intervenciones (5 intervenciones/fístula de media).

Todos los pacientes fueron remitidos por la Unidad de Hemodiálisis del Hospital Clínico San Carlos para realizar la fistulografía cuando presentaron elevación de la presión de retorno durante el curso de la diálisis (> de 150 mmHg) o en caso de trombosis de las ramas del ST. Los procedimientos se realizaron en la unidad de Radiología Vascular e Intervencionista el mismo día del diagnóstico y de forma ambulatoria.

El procedimiento percutáneo aplicado en cada caso dependió de la anomalía detectada. En el caso de elevación de la presión venosa con sospecha de estenosis se realizó fistulografía, mediante la inyección de contraste a través de la rama venosa. Una vez confirmada la estenosis, se avanzó dentro de la rama una guía hidrófila de 0,035" y posteriormente se introdujo un balón de 6 mm de diámetro que se situó en la zona de estenosis para realizar la angioplastia (ATP). El procedimiento se repitió varias veces hasta aspirar sangre con facilidad y en ocasiones fue necesario retirar el balón de ATP inflado a baja presión desde la vena femoral hasta la rama venosa de la prótesis para «limpiar» la anastomosis.

En los casos de presentación con trombosis de las ramas del ST, se intentó en primer lugar aspirar el trombo mediante una jeringa, lo que se consiguió siempre en la rama arterial. Cuando esta maniobra fue ineficaz en la rama venosa, se inyectaron 125.000 UI de Urokinasa diluidos en 3 cc de suero para lizar el trombo. Al cabo de dos horas se revisó la rama y una vez que se obtuvo flujo se realizó la fistulografía de ambas ramas, seguida de ATP.

Finalizado el procedimiento, a todos los pacientes se les prescribe un antiagregante plaquetario (ticlopidina 250 mg/día) que deben tomar permanentemente. En uno de los casos en el que los episodios de trombosis se hicieron más frecuentes, se cambió con posterioridad el antiagregante plaquetario por un dicumarínico.

Siguiendo el método de Kaplan-Meier, se analizaron mediante curvas de supervivencia la probabilidad de permeabilidad primaria, secundaria y acumulada, definidas de acuerdo con los criterios de Aruny y cols.², y se compararon las curvas mediante el Log-Rank-Test.

RESULTADOS

Durante el período de seguimiento se realizaron 61 intervenciones. El ST estaba trombosado en 12 casos (19,7%) y en el resto (81,3%) se encontró aumento de la presión venosa de retorno. Previa desobstrucción de las fístulas trombosadas con Urokinasa, se realizó fistulografía, detectándose uno o más de los siguientes signos angiográficos: a) reducción corta de calibre, mayor del 50%, en la vena femoral yuxtaanastomótica, que se presentó en el 52% (fig. 1); b) imagen de chorro («jet») del contraste a nivel el punto de entrada de la prótesis en la vena femoral, presente en el 22% de los casos (fig. 2), y c) defecto de repleción o «flap» en la misma localización (fig. 3), que estuvo presente en el 34% de los casos, y que pensamos podría corresponder a una lengüeta de hiperplasia o trombo adherido a la íntima, extremo que se confirmó en el estudio histológico de uno de los casos en que se explantó el shunt (figs. 4 y 5). Este último hallazgo suele condicionar un efecto «valvular» (es posible inyectar pero hay dificultad o es imposible aspirar por la rama venosa). En dos pacientes (8%) coincidieron defecto de repleción y «jet» de contraste.

Tras realizar ATP o lisis del coágulo seguida de ATP, se obtuvo el éxito anatómico y funcional en el 100% de los casos. La PI percutánea fue de 58%, 33%, 8% y 0% a los seis, doce, veinticuatro y treinta y seis meses. La P2 percutánea fue de 100%, 75%, 58% y 25% respectivamente, en iguales periodos de tiempo. La comparación entre ambas fue estadísticamente significativa [$p < 0,001$] (tabla I). La PI quirúrgica fue de 58%, 50%, 33%, 16% y 0% a los seis, doce, veinticuatro, treinta y seis, y cuarenta y ocho meses y la PA fue de 100%, 83%, 66%, 50% y 41% para los mismos períodos de tiempo, y 33% a los 6 años. La comparación entre ambas curvas también fue estadísticamente significativa [$p < 0,01$] (tabla II). La frecuencia de trombosis fue de 0,04 episodios por paciente y año de diálisis y no se registró ninguna complicación directamente atribuible al procedimiento.

Al cerrar el estudio seis pacientes seguían dializándose con normalidad, dos habían sido transplantados, dos habían fallecido y en los dos restantes se había perdido la fístula por trombosis y se había implantado otro ST en la región femoral contralateral.

DISCUSIÓN

Se han descrito múltiples variantes de fístulas y shunts arteriovenosos con los que tener acceso a la

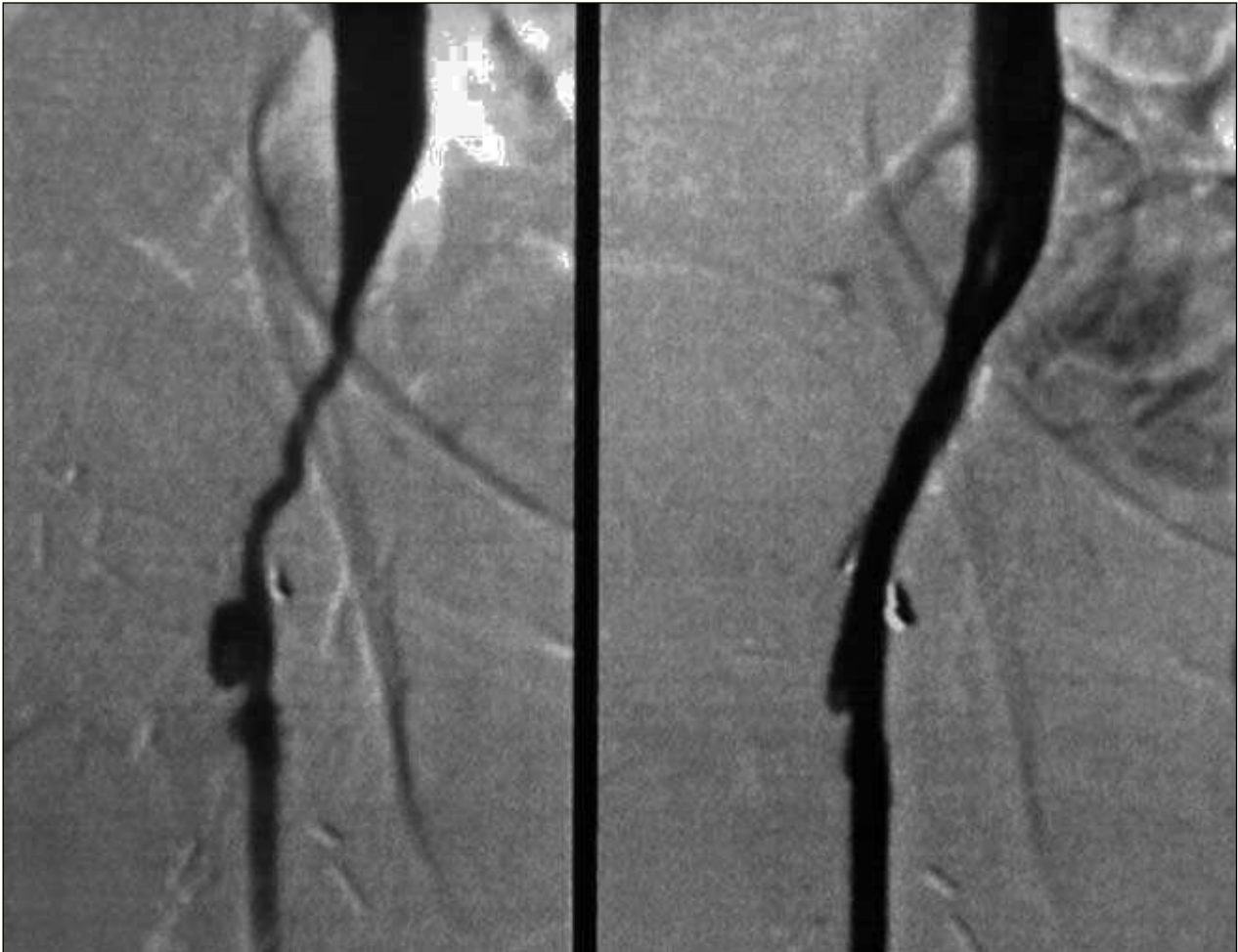


Fig. 1.—Izquierda: Rama venosa de un shunt de Thomas en los vasos femorales derechos con estenosis severa en la anastomosis de tubo de «silastic» con la vena y en la vena femoral distal. Derecha: Dilatación satisfactoria tras la ATP.

circulación de los pacientes en hemodiálisis. Hoy día, las fístulas intemas nativas (FAV) en la arteria radial o humeral, y en su defecto las creadas con injertos de politetrafluoretileno (PTFE), son las más utilizadas y las que mayor duración y eficacia ofrecen³. Sin embargo el primer shunt arteriovenoso periférico lo desarrollaron en 1960 Quinton, Dillard y Scribner, creando un lazo externo con cánulas preformadas de teflón, que se fijaban a una arteria y una vena del antebrazo, y se interconectaban mediante una placa especial sobre la piel⁴.

El Shunt de Thomas es una variante de fístula externa, con el mismo principio básico que el shunt de Quinton, Scribner y Dillard, y fue originalmente descrita por este autor en 1969, como una solución duradera para los pacientes sometidos a hemodiáli-

sis, sin posibilidad de construcción de accesos vasculares internos.

Las prótesis descritas por Thomas¹, consisten en dos tubos de «silastic» unidos en ángulo de 30° a sendos parches de «dacron», que se suturan a los vasos femorales. Los tubos se tunelizan por el tejido celular subcutáneo del muslo y se unen en el exterior mediante un conector de teflón. A ese nivel los tubos se separan para conectarlos al dializador en cada sesión de diálisis y se vuelven a interconectar al finalizarla. Se fabrican en dos tamaños; de un lado los utilizados en pediatría con una luz interna de 0, 102 pulgadas de diámetro y de otro los fabricados para adulto con un diámetro de 0, 125 pulgadas. El flujo que admiten es de 150 a 300 cc/minuto y de 520 a 860 cc/minuto respecti-

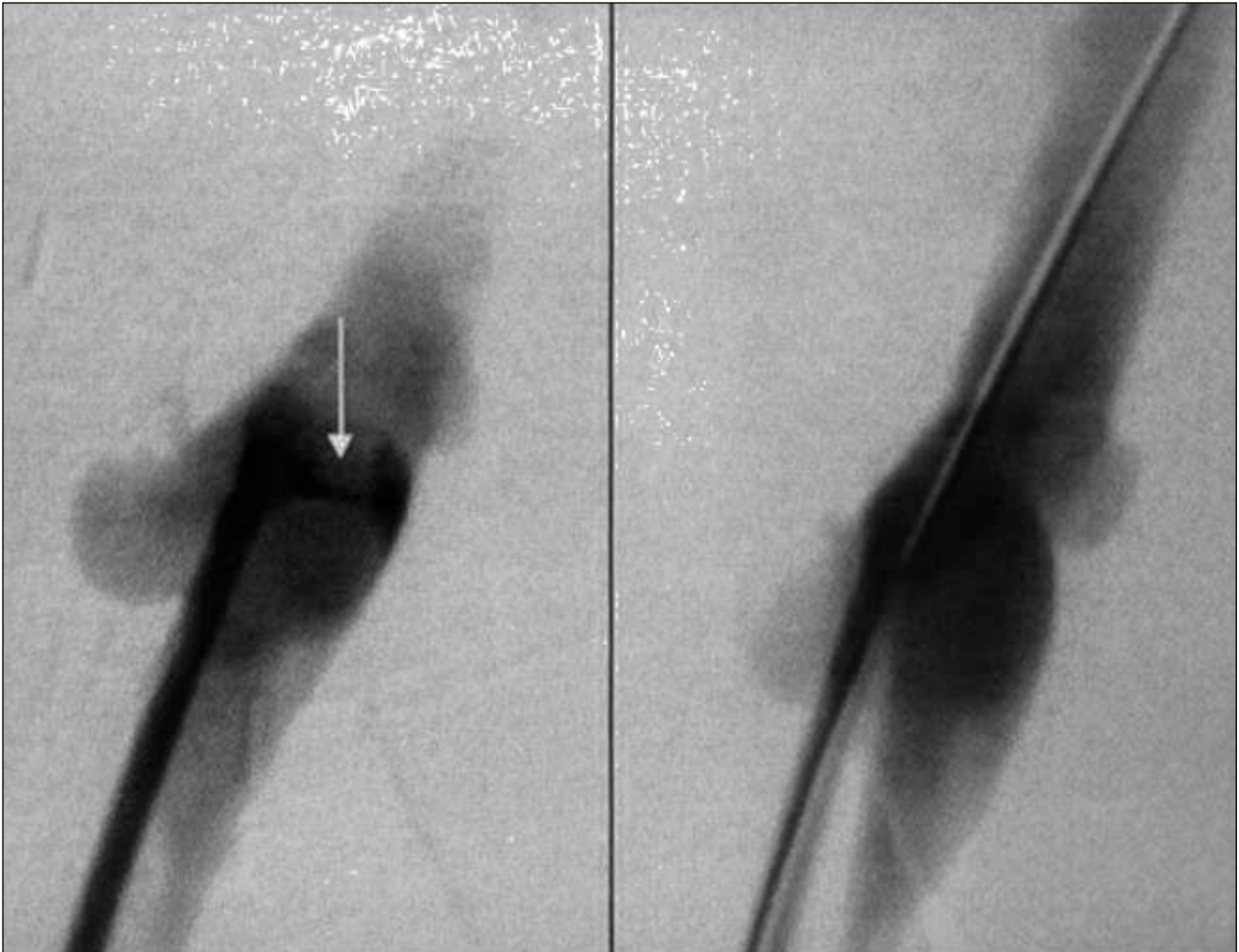


Fig. 2.—Izquierda: Imagen de «jet» del medio de contraste al entrar en la vena femoral desde el tubo de «silastic». Derecha: Entrada normal del contraste tras la ATP.

vamente. El diseño original incluía un anillo de «dacron» de 3 mm en los tubos, situado por debajo de la piel próximo a su salida al exterior, y cuyo fin era evitar la contaminación bacteriana desde el exterior. Los primeros ST implantados se asociaban con una incidencia elevada de complicaciones infecciosas, lo que limitó su aceptación por parte de la comunidad nefrológica. La mayor parte de las infecciones se produjeron alrededor del tubo de la prótesis y estaban en estrecha relación con el anillo de «dacron», que no solo no evitaba la progresión bacteriana sino que por su efecto abrasivo y de cierre del trayecto hacia el exterior, daban lugar a la aparición de una celulitis que se extendía hasta la anastomosis, acompañándose a veces de hemorragia^{1,5}. Las modificaciones subse-

cuentes en su diseño, entre las que se incluía la desaparición del anillo antibacteriano y el cambio del tipo de «dacron» del parche, redujeron de manera dramática tanto la frecuencia de infecciones como la hemorragia por la herida, asociada a la infección y a la deficiente estanqueidad del parche de los primeros diseños^{1,5}.

Otras complicaciones que se presentan con menor frecuencia son la isquemia del miembro inferior por robo arterial, trombosis aislada de las ramas del shunt, y la trombosis femoroilíaca.

Coronel y cols. estudiaron 27 ST con una duración media de 43,7 meses y una permeabilidad del 85, 49 y 25% a 1, 3 y 6 años respectivamente. En su serie detectaron 30 episodios infecciosos, pero no fue necesario explantar ningún ST por este motivo⁶.

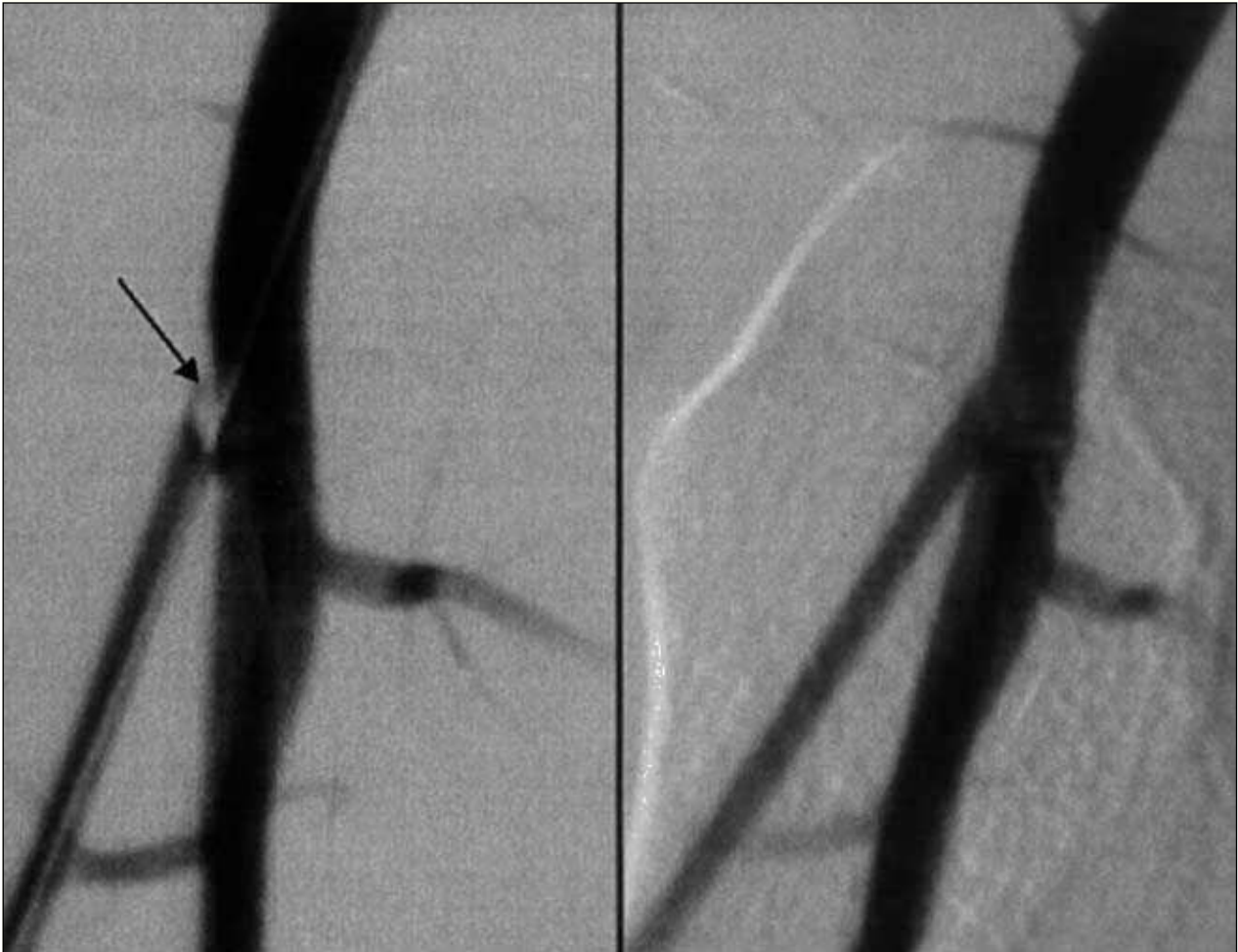


Fig. 3.—Izquierda: pequeño «flap» en la entrada del tubo de «silastic» en el parche de dacron (flecha). Derecha: desaparición del «Tap» tras ATP.

Por lo que se refiere al tratamiento de los ST disfuncionantes, la revisión quirúrgica es con frecuencia una intervención compleja, debido a la considerable fibrosis cicatricial que existe en la región inguinal⁷. En nuestro hospital, la primera alternativa de tratamiento de la disfunción de los ST, es la percutánea. Los pacientes son remitidos desde la Unidad de Diálisis a la unidad de Radiología Vascular donde se realiza la fistulografía y el recanalización el mismo día, con independencia de que se encuentren en tratamiento con antiagregantes o anticoagulantes. El procedimiento que se realiza de forma ambulatoria es sencillo y rápido.

Después de haber realizado una extensa revisión bibliográfica únicamente hemos encontrado un artículo de Mandel y Jaques⁸ y otros de nuestro grupo

de trabajo^{6,9}, en los que se hace referencia al tratamiento percutáneo de los ST. Zijlstra¹⁰ por otra parte, describe una serie de 11 pacientes en los que hace referencia al tratamiento percutáneo mediante ATP de fístulas externas del tipo Quinton Scribner exclusivamente, y si bien la permeabilidad primaria es muy corta (0% a 6 meses), mediante ATP repetidas consigue una permeabilidad asistida a un año de 82%.

El primer intento de tratar por vía percutánea los ST trombosados se debe primero al propio Thomas¹, y luego a Morgan⁵ y a Freedman⁷ que llevaron a cabo la trombectomía mecánica con catéteres tipo Fogarty, pero sin dilatar la zona de estenosis, por lo que los resultados que obtuvieron con esta técnica fueron muy pobres.

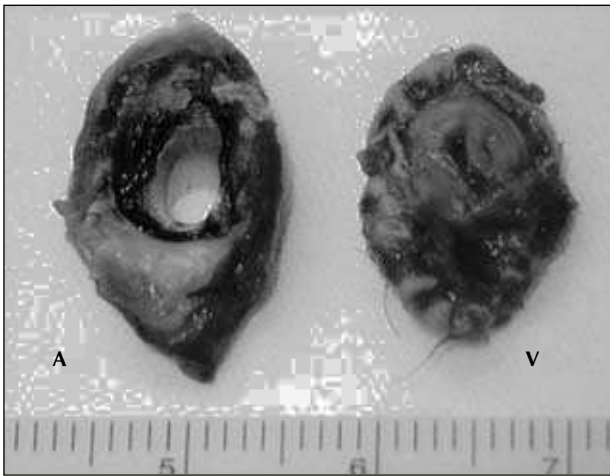


Fig. 4.—Vista macroscópica por la cara interna de las anastomosis arterial (A) y venosa (V) de un Shunt de Thomas explantado. El orificio de la anastomosis venosa está cubierto casi por completo por una membrana que deja un pequeño orificio en su centro.

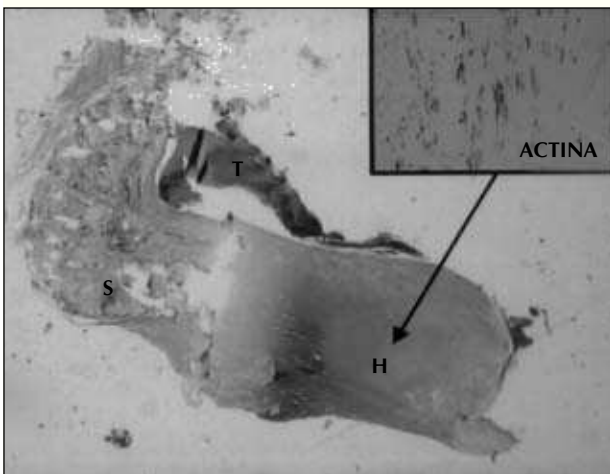


Fig. 5.—Corte radial de la anastomosis venosa con tinción tricrómica de Masson que muestra la gran hiperplasia (H) desarrollada a expensas de tejido fibroso y células musculares lisas (Recuadro superior: tinción para demostración de actina). Se aprecia además trombo (T) adherido a la zona de sutura (S).

Mandel y Jaques⁸ describe en 1980 el tratamiento percutáneo de los ST mediante angioplastia con balón. En su experiencia uno de los principales problemas que presentan estos shunt en el curso de su historia natural, es el aumento de la presión venosa debido a la proliferación de la íntima con la consecuente formación de un «flap» en la anastomosis venosa. No hacen sin embargo men-

ción en su artículo de la evolución de los resultados de la ATP.

En nuestra serie además del hallazgo angiográfico descrito por Mandel y Jaques, se identificaron otros signos angiográficos sugerentes de estenosis como son el «Jet» y la reducción de calibre de la vena femoral en la región yuxtananastomótica.

El ST ha caído en desuso en muchas instituciones a pesar de ser de una vía excelente de acceso a la circulación, puesto que es capaz de suministrar los flujos más altos utilizados para hemodiálisis sin que por su naturaleza pueda existir recirculación. Por otra parte, no precisa de un período de maduración y se puede utilizar inmediatamente tras su construcción. La única alternativa comparable a las fístulas externas hoy día son los CVCT. Estos catéteres sirven no solo como accesos permanentes cuando no es posible construir fístulas internas, sino también como soluciones transitorias durante el período de maduración de las primeras, y el de curación de los catéteres peritoneales y episodios de peritonitis en los pacientes tratados mediante DPCA. De acuerdo con las recomendaciones DOQI¹¹, la cifra de accesos venosos centrales permanentes, no debería superar el 10% de los pacientes incluidos en el programa de hemodiálisis de cualquier centro. Estos catéteres que son capaces de suministrar flujos máximos de 350 a 425 cc/minuto dependiendo del diseño¹², cumplen con las recomendaciones DOQI que establecen un flujo mínimo de 300 cc/minuto para los CVCT.

La tasa de infecciones de los catéteres centrales varía según las series entre el 10 y el 54%¹³⁻¹⁵, hecho que puede obligar a la retirada del catéter. La infección especialmente la tardía, está inexorablemente unida a la trombosis que es el segundo problema en frecuencia de los que amenazan a los catéteres centrales¹⁵.

La trombosis del catéter en forma de vaina de fibrina alrededor del mismo o de la vena en la que está implantado, llega hasta el 40%¹⁵. Aunque según Gray¹⁶, la vaina de fibrina se puede lisar en el 95% de los casos mediante infusión de Urokinasa de corta duración, en los demás casos es preciso recurrir al pelado del catéter mediante un lazo introducido por vía femoral o al cambio del mismo, siendo esta segunda solución en opinión de Tretotola más rentable que la primera¹⁵. La trombosis venosa según la misma revisión es sin embargo bastante rara, en general menor del 5%, especialmente cuando se emplea la vía yugular interna derecha. En líneas generales esta complicación no precisa de un tratamiento agresivo, salvo que sea clínicamente relevante o comprometa de manera seria la viabilidad de un futuro acceso permanente.

En el Hospital Clínico San Carlos se han implantado 27 ST hasta la fecha, aunque sólo hemos tenido oportunidad de seguir a lo doce incluidos en el estudio, a partir del momento en que se puso en marcha el programa de vigilancia y tratamiento precoz de la disfunción de las fístulas para hemodiálisis⁹. De acuerdo con los datos de nuestra serie, la infección no ha sido una complicación importante en nuestra institución, con una incidencia de 0,01 episodios por paciente y año de diálisis, y no ha habido necesidad de retirar ninguno de los ST por esta causa.

La trombosis de las ramas del shunt es sin embargo una complicación más frecuente, íntimamente relacionada con estenosis, y fue la causa tras repetidas angioplastias, de la retirada del shunt en uno de nuestros pacientes. La incidencia de trombosis en nuestra serie fue de 0,04 episodios por paciente y año de diálisis, cifra relativamente baja, que probablemente está en relación con el programa de detección de anomalías de funcionamiento y tratamiento precoz de las mismas.

La trombosis de la vena femoral se presentó en dos casos (16%). En el primero era solo parcial y se resolvió por completo con anticoagulantes. En el segundo caso, aunque bien tolerada clínicamente gracias al desarrollo de circulación colateral, daba lugar a una elevación persistente de la presión de retorno, que obligó retirar el shunt y construir uno nuevo en la región femoral contralateral.

Teniendo presente que la experiencia de nuestro estudio está limitada por el número de pacientes incluidos, el análisis de resultados nos permite extraer algunas deducciones preliminares.

En primer lugar que la vigilancia de cerca de los ST y la ATP repetida resultan eficaces para mantenerles en funcionamiento. Es cierto que para en alguno de los casos con este tipo de fístulas de nuestra serie no se cumple la recomendación n.º 9 de la DOQI¹¹, según la cual si una fístula precisa de más de dos ATP en el plazo de tres meses, debería ser revisada por cirugía. No obstante en estos pacientes con pocas alternativas de diálisis (DPCA o CVCT), se debe realizar el tratamiento percutáneo cuantas veces sea necesario para mantener el acceso permeable. Así, en un paciente de nuestra serie se realizaron 16 procedimientos, y se consiguió mantener funcionando el ST durante 7 años.

En segundo lugar que, la probabilidad de supervivencia a largo plazo (permeabilidad acumulada) es equiparable o superior a la de los CVCT, respecto de los cuales tienen menor número de complicaciones infecciosas y trombóticas y son estéticamente mejor toleradas. Esta opinión también es compartida por Freedman⁷.

Finalmente el procedimiento es menos complejo, requiere menos material para realizarlo y consume menos tiempo que en las fístulas internas, con la ventaja adicional de carecer prácticamente de las complicaciones propias de la punción y compresión vascular.

Evidentemente no se trata del acceso ideal y debe considerarse como una solución, cuando la construcción de fístulas nativas o con PUE no es posible. Hay que tener también en mente que por su ubicación pueden ser incompatibles con un riego arterial adecuado a la extremidad inferior, y no olvidar que muchos de los pacientes en hemodiálisis son diabéticos o padecen arterioesclerosis severa.

CONCLUSIÓN

El ST es una posible alternativa a los catéteres venosos centrales tunelizados. El tratamiento percutáneo de su disfunción o trombosis, que se lleva a cabo de manera ambulatoria, es sencillo y eficaz para mantener a largo plazo su permeabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Thomas G: Large vessel applique arteriovenous shunt for hemodialysis. *Am J Surg* 120: 244-248, 1970.
2. Aruny J y cols.: Quality improvement guidelines for percutaneous management of the thrombosed or dysfunctional dialysis acces. *JVIR* 10: 491-498, 1999.
3. Feldman H, Kobrin S, Wasserstein A: Hemodialysis vascular access morbidity. *J Am Soc Nephrol* 7: 523-535, 1996.
4. Quinton W, Dillard D, Scribner B: Cannulation of blood vessels for prolonged hemodialysis. *Trans Amer Soc Artif Intern Organs* 6: 104-108, 1960.
5. Morgan A, Lazarus M: Vascular access for dialysis. Technics and results with newer methods. *Am J Surg* 129: 432-439, 1975.
6. Coronel F, Herrero JA, Mateos P, Illescas ML, Torrente del Valle MJ. Long-term experience with the Thomas shunt, the forgotten permanent vascular access for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 16: 1845-1849, 2001.
7. Freedman B, Anderson R, Tuttle A, Canzanella V: The Thomas Shunt revisited. *Am J Kidney Dis* 19 (1): 45-48, 1992.
8. Mandel S, Jaques P: Salvage procedure of Thomas femoral shunts by ballon angioplasty. *Surg Gynecol Obstet* 151: 673-674, 1980.
9. Gallego JJ, Hernández A, Herrero J, Moreno R: Early detection and treatment of hemodialysis access dysfunction. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2000; 23: 40-48.
10. Zijlstra JJ: Percutaneous transluminal angioplasty in vascular access for hemodialysis: a manual for the radiologist. IGG Printing, Dordrecht, The Netherlands. p. 59-96, 1989.
11. Clinical Practice Guidelines for Vascular Access: National Kidney Foundation-Dialysis Outcom Quality Initiative (NKF-K/DOQI). *Am J Kidney Dis* 37 (Supl. 1): 137-181, 2001.
12. Trerotola S, Shah H, Johnson M, Namislawski J, Moresco K, Patel N, Kraus M, Gassensmith C, Ambrosius W: Randomized comparison of high-flow versus conventional hemodialysis catheters. *JVIR* 10: 1032-1038, 1999.

13. Gibson SP, Mosquera D: Five years experience with the Quinton Permcath for vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 6: 269-274, 1991.
14. Ramos B, Arqué JM, Calvar C, Fernández-Gallego J, Valera A, López de Novales E: Catéter de doble luz con túnel subcutáneo para hemodiálisis crónicas. *Nefrología* 12: 143-148, 1992.
15. Trerotola S: Hemodialysis catheter placement and management (State of the Art) *Radiology* 215: 651-658, 2000.
16. Gray R, Fessahaye A, Gupta A, Marshall K, Haskel L, Buck D. Percutaneous fibrin sheath stripping versus urokinase for malfunctioning central dialysis catheters (abstract). *JVIR* 9 (Supl. SCVIR): 164, 1998.