

ACCESOS VASCULARES PARA HEMODIÁLISIS

VASCULAR ACCESS FOR HEMODIALYSIS



CARLOS VAQUERO Ed.

**ACCESOS VASCULARES
PARA HEMODIÁLISIS**
(VASCULAR ACCESS FOR HEMODIALYSIS)

CARLOS VAQUERO (Editor)

**ACCESOS VASCULARES
PARA HEMODIÁLISIS**
(VASCULAR ACCESS FOR HEMODIALYSIS)

VALLADOLID 2019

Editor: CARLOS VAQUERO

Edita: PROCIVAS, S.L.N.E.

© De los textos: SUS AUTORES

© De las fotografías: SUS AUTORES

La responsabilidad del contenido de los capítulos y de sus imágenes, tablas y figuras, corresponde exclusivamente a los autores de cada capítulo del libro.

Imprime: Gráficas Gutiérrez Martín
Cobalto, 7.Valladolid

ISBN: 978-84-09-14667-3
DL VA 812-2019

Prólogo

Prof. CARLOS VAQUERO PUERTA
Editor del Libro

Los accesos para hemodiálisis, son los procedimientos que crean en el paciente que precisa hemodiálisis para acceder al sistema vascular, obtener sangre a gran débito y poderla retornar lo más rápidamente posible después de que la misma ha sido sometida a un proceso de depuración utilizando una máquina para este fin. Esta necesidad ha conllevado a los profesionales médicos implicados en el proceso, a desarrollar técnicas que permitan un fácil acceso del sistema vascular tanto arterial y venoso y que fueran capaces de proporcionar la obtención de gran cantidad de sangre de forma rápida para devolverla a sistema circulatorio de la misma forma. Catéteres insertados en los vasos sanguíneos tanto de forma temporal como crónica han sido uno de los métodos utilizados, pero no exentos de riesgo en especial por la agresión al vaso, posibilidad de inducir trombosis o complicaciones infecciosas de los catéteres. La denominada fistula arteriovenosa es una solución para acceder al sistema circulatorio con posibilidad de obtener sangre a gran débito y con un riesgo asumible de traumatismo continuado de los vasos. Una de las primeras propuestas fue la de Scribner y Quinton al realizar conexiones de la arteria radial con la vena cefálica para arterializar esta y ser el punto de punción y obtención de la sangre a depurar y que todavía se mantiene como técnica «gold estándar». Sin embargo la situación de los pacientes en muchas ocasiones con enfermedades concomitantes, la inexistencia de vasos adecuados para obtener la sangre o la propia eliminación progresiva para obtener los accesos han hecho que se hayan presentado diferentes opciones a otros niveles siempre con la filosofía de poder seguir dializando al paciente aunque estas siempre hayan presentado limitaciones y una vida más o menos prolongada, a veces corta de uso. Con el tiempo se han desarrollado dispositivos generalmente

mecánicos que han querido dar solución técnica a los problemas que han ido presentando los pacientes en especial el agotamiento de posibilidades de disponer de accesos adecuados que por otra parte hay que considerar que los mismos están sujetos a desgaste por su uso y que por otra parte siguen un patrón biológico al estar soportados en estructuras, en este caso vasculares, sujetas a cambios a alteraciones tipo degeneración aneurismática, trombosis, oclusiones totales o parciales, esclerosis vascular, calcificaciones y todo un sinfín de procesos que pueden influir o determinar la supervivencia del acceso. Se trata en el libro, de analizar por los diferentes autores y colaboradores todos estos aspectos de los cuales se han ido adquiriendo experiencia a lo largo del tiempo y que por otro lado se han perfilado soluciones de todo tipo con mayor o menor éxito. La finalidad de este nuevo libro es realizar una revisión y un estudio de los distintos perfiles de la enfermedad venosa, desarrollados por cualificados profesionales que abordan capítulos integrados en ese complejo patológico que es la enfermedad venosa.

Historia de las vías de acceso para hemodiálisis

FÉLIX RAMÍREZ

Maestro en Ciencias Médicas, UNAM. Académico Emérito de la Academia Mexicana de Cirugía. Profesor Emérito de Angiología y Cirugía Vascul ar IMSS.

ANTECEDENTES

Hasta el año de 1944 la insuficiencia renal era mortal de necesidad, ya que no existía ningún tratamiento que permitiera su control y menos su curación, en ese año el Dr. Willem. J. Kolf de Holanda diseña un aparato que se denomina riñón artificial que permitía previa conexión al sistema circulatorio del paciente, eliminar de la sangre las sustancias tóxicas retenidas por el deficiente funcionamiento renal. Este procedimiento terapéutico desde entonces se conoce como hemodiálisis y se utiliza para el tratamiento de la insuficiencia renal tanto aguda como crónica

En los inicios de la hemodiálisis la conexión del riñón artificial al sistema circulatorio del paciente se hacía directamente a una arteria para obtener el flujo sanguíneo que debería ingresar al aparato, y por otro lado también en forma directa debía conectarse el riñón artificial a una vena con el objeto de regresar la sangre ya purificada al torrente sanguíneo del paciente, esto implicaba no solamente una operación de cierta importancia que requería una técnica quirúrgica depurada sino que dañaba en forma definitiva a los vasos sanguíneos que se utilizaban para la conexión, ya que no solamente los traumatizaba sino que era causa de trombosis tanto arterial como venosa.

FÍSTULAS EXTERNAS

El sistema de conexión mencionado anteriormente por ser excesivamente traumático limitó mucho la utilización del riñón artificial y no fue hasta el año de 1960 en que Quinton (1) diseña una conexión permanente poco traumática para los vasos del paciente que permite la realización de la hemodiálisis en forma repetida y frecuente sin dañar excesivamente los tejidos ni producir trombosis a los vasos sanguíneos a los que se conecta, esta conexión fue mejorada tempranamente por Scribner, constituyendo lo que se conoce hasta la fecha como la fístula para hemodiálisis de Quinton y Scribner.

La fístula de Quinton y Scribner está conformada por dos segmentos cónicos de teflón de 4 milímetros de diámetro aproximado, que se introducen uno en una arteria y otro en una vena cercanas entre sí, los conos se continúan con respectivos tubos de sylastic que se exteriorizan por pequeños ojales cutáneos y ya en el exterior se unen por medio de un conector, en esta forma se establece un circuito de una corriente sanguínea que sale de la arteria, circula por los tubos de sylastic y se introduce nuevamente a la circulación venosa, esto en sí produce una fístula arteriovenosa con un flujo adecuado, y que permite conservar la permeabilidad arterial y venosa en forma permanente en la extremidad intervenida sin que se produzca trombosis o isquemia.



Fig. 1. Fístula externa colocada en pie conectada al riñón artificial

Para realizar la hemodiálisis se retira el conector, el tubo de sylvastic de la arteria se une a la vía de entrada al riñón artificial y el tubo venoso recibe la sangre ya dializada y la incorpora a la circulación venosa del paciente, una vez terminada la diálisis se unen nuevamente los tubos de sylvastic por medio del conector restableciéndose la fístula arteriovenosa.

Esta fístula por sus dimensiones y por el sitio de colocación, permite un flujo adecuado para realizar la diálisis y no produce cardiopatía fistulosa.

COLOCACIÓN

Aunque esta fístula se puede colocar en diferentes segmentos corporales, dos son los sitios que se utilizan preferentemente:

En el tobillo, conectando, la arteria tibial posterior con la vena safena interna (Fig. 1).

En la muñeca, haciendo la conexión entre la arteria radial y la vena cefálica (Fig. 2).

En situaciones especiales se puede colocar en cualquier otra arteria, como puede ser la humeral o la femoral, y conectarla a la vena más cercana de la región.

INDICACIONES

La ventaja de esta fístula es que puede ser utilizada de inmediato para realizar la



Fig. 2. Fístula externa colocada en antebrazo

hemodiálisis, por lo que se utiliza principalmente en la insuficiencia renal aguda o de forma transitoria mientras se puede utilizar una fístula interna. La duración de la fístula manejada correctamente es de seis meses en promedio, pero con cuidados escrupulosos puede durar varios años

COMPLICACIONES

La complicación más frecuente es la infección, de presentarse debe hacerse un cultivo y aplicar el antimicrobiano de elección.

Otra complicación frecuente es la trombosis, a veces sin causa aparente y otras veces a consecuencia de la infección. Antes de retirar la fístula debe intentarse la desobstrucción cuidadosa por medio de compresión del tubo de sylvastic y aspiración con jeringa para extraer los coágulos.

La hemorragia puede presentarse por erosión del cono sobre el vaso, también puede haber ocurrido por descuido un arrancamiento de una de las ramas de la fístula, o bien por separación del conector.

En pacientes delgados con escaso panículo adiposo se pueden producir erosiones en la piel, en cuyo caso deberá retirarse la fístula.

Posteriormente Buselmeier (2) en 1971 diseña una variante de esta fístula, suprimiendo el conector y conectando directamente la

arteria con la vena por medio de un tubo de sylvastic al que le agrega dos pequeñas bocas que se obstruyen por medio de tapones y a las que se conecta al momento de realizar la hemodiálisis los tubos de entrada y salida del riñón artificial.

FÍSTULAS ARTERIOVENOSAS INTERNAS

El uso de fístulas externas utilizadas para la conexión al riñón artificial, se popularizaron y se emplearon en todos los centros de hemodiálisis del mundo. Sin embargo su relativa poca duración y sus complicaciones exigieron el desarrollo de nuevas tecnologías que permitieran garantizar la larga duración del acceso vascular para las hemodiálisis.

Fue en el año de 1966 cuando Brescia y Cimino (3) diseñaron una nueva fístula que no requería materiales extraños para su función permanente y que permitía conectarse al riñón artificial con facilidad.

La fístula original consiste en una anastomosis latero lateral de un cm de longitud entre la arteria radial y la vena cefálica a nivel de la muñeca (Fig. 3) con este procedimiento se establece una comunicación arteriovenosa que permite la derivación al sistema venoso del antebrazo un flujo de sangre arterial con mayor presión y velocidad que la circulación



Fig. 3. **Anastomosis arteriovenosa latero-lateral en una fístula de Brescia Cimino**

venosa de la región y que va a producir en lapso de dos a tres semanas una dilatación de algunas de las venas del antebrazo, las cuales se arterializan, esto permite visualizarlas y puncionarlas con facilidad, lo que se hace por medio de dos trocares, uno que recibe la sangre arterializada de la porción proximal de una vena arterializada, y la otra punción más proximal regresa la sangre procedente del riñón artificial a la circulación venosa de retorno.

Esta fístula no permite su utilización inmediata por lo que hay que esperar para que por la acción de la fístula se dilaten las venas del antebrazo y puedan ser puncionadas con facilidad.

Ya conocida esta técnica fue modificada por algunos cirujanos realizando las anastomosis arteriovenosas en diferentes lugares, de acuerdo con las circunstancias anatómicas de la región.

Estas fístulas cuando son bien realizadas y manejadas cuidadosamente proporcionan excelentes resultados y permiten ser utilizadas por muchos años.

COMPLICACIONES

Las múltiples punciones realizadas a través del tiempo pueden debilitar la capa fibromuscular de la vena dando lugar a la formación de aneurismas.

Punciones mal realizadas pueden desgarrar la pared venosa y producir hematomas y hemorragias que si no se controlan adecuadamente pueden originar falsos aneurismas.

Las trombosis pueden producirse tempranamente y esto es debido casi siempre a una mala técnica quirúrgica, las trombosis tardías se producen por posiciones corporales inadecuadas que comprimen el área fistulizada. En casos poco frecuentes una deshidratación severa con hemoconcentración o una baja de la presión arterial pueden producir trombosis de la fístula.

Fístulas con mucho flujo pueden producir hipertensión venosa en la extremidad que se manifiesta por edema, si este no es exagerado no debe de tomarse en cuenta ya que suele ceder espontáneamente.

También en casos excepcionales una fístula muy activa puede ocasionar una cardiopatía fistulosa haciendo que el paciente curse con insuficiencia cardíaca severa, en cuyo caso deberá cerrarse parcialmente la fístula y en casos extremos cerrar la comunicación arteriovenosa.

Una complicación poco frecuente son las infecciones, las que se producen cuando las punciones no son asépticas o por descuido y falta de aseo del paciente, la hipertermia local y corporal aunada a la hiperemia e hipertermia de la zona infectada permite hacer el diagnóstico.

FÍSTULAS ARTERIOVENOSAS PARA HEMODIÁLISIS UTILIZANDO INJERTOS Y PROTESIS VASCULARES

El principal inconveniente para el uso de la fístula interna tipo Brescia-Cimino es que requiere un tiempo de maduración o sea un tiempo suficiente para que se arterialicen las venas de la región cercana a la fístula, porque es necesario, que estas aumenten su flujo y su diámetro para que puedan ser fácilmente observadas y puncionadas y que el flujo y presión sean los adecuados para el correcto funcionamiento del riñón artificial. Para resolver este problema y poder utilizar la fístula de inmediato, en el año 1969 los Drs. Flores Izquierdo y Ronces Vivero del Hospital General del Centro Médico Nacional del I.M.S.S. de México (4-5) desarrollaron un nuevo tipo de fístula interna en la que se colocaba subcutáneamente un auto injerto venoso generalmente tomado de la vena safena interna utilizándolo como puente entre una arteria y

una vena del antebrazo. La realización se efectúa en la siguiente forma: una vez obtenido un segmento de la safena interna de aproximadamente 30 cm de longitud, la boca distal de la vena se anastomosa en forma termino lateral en la arteria humeral inmediatamente por debajo del pliegue del codo, y después por medio de incisiones cutáneas escalonadas se coloca subcutáneamente en forma de herradura en la cara anterior del antebrazo, la boca proximal de la vena se anastomosa en forma termino lateral a la vena más prominente de la vecindad (Fig. 4). El injerto venoso que se colocó subcutáneamente se aprecia fácilmente y puede ser puncionado inmediatamente después de colocado, la punción se hace con dos trocares uno proximal que recibe la sangre proveniente de la arteria y otro distal que reingresa la sangre del riñón artificial al sistema venoso del paciente. Entre las desventajas de esta fístula está que requiere de una minuciosa y precisa técnica quirúrgica tanto en el sitio de la implantación del injerto, como en la región de donde se extrae la vena safena y que ocasionalmente no se dispone de una vena safena útil. La duración de esta fístula si se maneja adecuadamente es de varios años y dada las dimensiones de las bocas anastomóticas y el diámetro del injerto venoso difícilmente se produce cardiopatía fistulosa. las infecciones y las trombosis se presentan raramente. Las complicaciones tempranas



Fig. 4. Fístula tipo Flores Izquierdo mostrando el desarrollo venoso

casi siempre son debidas a una mala técnica quirúrgica o a punciones mal realizadas que producen desgarros, hematomas o falsos aneurismas y la complicación tardía más frecuente es la formación de aneurismas en los sitios de punción muy repetidos. Numerosos autores basados en la técnica del auto injerto venoso modificaron el sitio de implantación, de acuerdo a las condiciones anatómicas del paciente y se aplicaron en diversas regiones como el brazo, muslo y hasta en región ilíaca. En el año de 1972 los Drs. Félix Ramírez y A. Treviño del C.M.N. del I.M.S.S. México (6) presentan una nueva técnica de fistulas arteriovenosas para hemodiálisis que combinan las ventajas de la fistula de Brescia Cimino y la de Flores Izquierdo, la nueva técnica consiste en la colocación de un injerto venoso subcutáneo en forma longitudinal paralelo al eje del antebrazo, que se anastomosa en su porción proximal en forma termino lateral a la arteria humeral inmediatamente por debajo del pliegue del codo y distalmente también en forma termino lateral a la vena cefálica a nivel de la muñeca o alguna otra vena de la región pero siempre a nivel del tercio distal del antebrazo. Con este procedimiento se establecen dos flujos sanguíneos uno centrífugo que va de la arteria humeral a través del injerto venoso injertado y un flujo centrípeto a través de todas las venas del antebrazo, ya que logra una arterialización de muchas de ellas, las cuales se



Fig. 5. **Desarrollo venoso de la fistula Tipo Ramírez Espinosa**

dilatan y aumentan su flujo y presión (Fig. 5). El injerto venoso se puede puncionar de inmediato para ser utilizado en la hemodiálisis y las venas arterializadas como en la fistula original de Brescia requieren un tiempo para estar en condiciones de ser utilizadas. Con este tipo de Fístula se aumenta considerablemente el área puncionable, ya que se suma la longitud del injerto autólogo con la longitud de las venas arterializadas. Los cuidados deben ser los mismos ya mencionados en las fistulas anteriores y las complicaciones también son semejantes a las ya descritas.

PRÓTESIS E INJERTOS VASCULARES

En la práctica clínica con bastante frecuencia no se disponía de venas autólogas para la creación de fistulas arteriovenosas para hemodiálisis, a veces por el calibre reducido de la vena, por la ausencia quirúrgica de la misma, o bien por considerar de alto riesgo la extracción de la vena en pacientes con muy mal estado general, en estos casos la elección es colocar una prótesis o un injerto arterial.

En el año de 1956 Rosemberg y Col (7) utilizan la arteria carótida del bovino como injerto arterial en forma experimental en animales De Falco y Col en 1970 (8) la utilizan en humanos como sustituto arterial con excelente tolerancia y en 1972 Chivits J. L. y Col (9) reportan la colocación de este tipo de este injerto en fistulas arteriovenosas para hemodiálisis.

La carótida del bovino una vez extraída y ligando sus colaterales, se despoja de la capa adventicia y es sometida a un proceso bioquímico a base de ficina y clorito de sodio después de lavarla se coloca en el interior de un tubo de cristal estéril inmersa en una solución de etanol, óxido de propileno y solución isotónica de cloruro de sodio donde se conserva y queda lista para su utilización como



Fig. 6. **Anastomosis arterial con injerto de carótida de Bovino**

injerto arterial (Fig. 6). La carótida de bovino una vez colocada como componente de una fístula era muy bien tolerada por el paciente, con reacción inflamatoria mínima y de corta duración y podía ser puncionada de inmediato y sin complicaciones a corto y medio plazo. Como lo reportan en México A. Treviño y E. Ramírez (10). Este material biológico a largo plazo tenía tendencia a la formación de seudoaneurimas. Con el transcurso de los años este injerto fue desplazado por otras prótesis de tecnología más avanzada pero durante el tiempo que estuvo vigente su uso fue de gran utilidad para la cirugía vascular en general.

MANDRIL DE SPARKS

En el año de 1967 Sparks inicia estudios experimentales de una prótesis biológica que podría usarse como sustituto arterial. Se trata de una malla de teflón de un tejido muy fino en forma de tubo de aproximadamente 8 mm de diámetro que lleva en su interior un cilindro de silicón flexible, este elemento se coloca por medio de una intervención quirúrgica en el tejido celular subcutáneo, en cuatro o seis semanas el tejido colágeno cubre a la malla y entonces se retira el cilindro de silicón y queda formado un tubo de colagena que puede ser utilizado como sustituto arterial; no fue hasta el año de 1972 cuando Sparks publica la colocación y funcionamiento con éxito de su



Fig. 7. **Boca del mandril de Sparks antes de ser anastomosado**

mandril, como sustituto de una arteria femoral (11-12). En ese mismo año Bener y Hayar colocan un mandril en la extremidad superior izquierda de un paciente como puente entre una arteria y una vena constituyendo una fístula arteriovenosa para hemodiálisis, el tubo de colágeno que estaba colocado sucutáneamente permitió las punciones repetidas requeridas para el programa de hemodiálisis crónica (Fig. 7). A partir de esta comunicación, numerosos cirujanos utilizaron con éxito este procedimiento a pesar de algunos inconvenientes entre los cuales están los siguientes: Requiere una operación previa para sepultar el mandril, después se necesita un periodo de cuatro a seis semanas para que se integre el tejido colágeno a la malla, una vez obtenido el injerto, las paredes del mismo son más gruesas que las paredes de los vasos a los que se va a anastomosar por lo que se requiere de grandes recursos técnicos quirúrgicos para realizar las anastomosis de forma correcta. Este injerto por el tiempo prolongado, que requiere para utilizarse como vía de acceso para la hemodiálisis, limitó mucho su aplicación.

El Mandril de Sparks y la arteria de carótida de bovino se empezaron a utilizar de forma simultánea, pero la facilidad para la colocación de la carótida, y su utilización temprana para realizar la hemodiálisis desplazaron el uso del mandril de Sparks que duró poco tiempo en la preferencia de los cirujanos.

CORDÓN UMBILICAL

En el año de 1950 se publicaron las primeras experiencias con el uso del cordón umbilical como injerto vascular, pero durante dos décadas todos los intentos de aplicación fracasaron debido a la trombosis y ruptura de los mismos, que se atribuyó a reacción de rechazo (13). No fue hasta los estudios de Dardick (14) en 1975 cuando al usar diversos tratamientos químicos fue posible disminuir el poder antigénico del cordón umbilical y permitir su tolerancia inmunológica. Con esta preparación el cordón umbilical no sufre de digestión proteolítica y sin embargo pierde su poder antigénico y adquiere gran histocompatibilidad. Con el fin de prevenir la producción de aneurismas, el cordón umbilical se refuerza con una malla externa de dacrón.

Los cordones así obtenidos tienen una luz interna de 6 a 8 mm, muy adecuada para su utilización como prótesis vasculares y desde luego para las fístulas internas para hemodiálisis. Aunque el grosor de su pared es mayor que el de los vasos del paciente su manejo quirúrgico no es complicado y las anastomosis vasculares pueden hacerse con facilidad.

Estos injertos pueden ser puncionados inmediatamente después de colocados y la malla de dacrón evita los desgarros y la formación de aneurismas (Fig. 8). Durante el tiempo que se utilizaron pudo observarse que eran



Fig. 8. Anastomosis en arteria con cordón umbilical

bien tolerados y si se trataban cuidadosamente podrían utilizarse por tiempo prolongado de tal manera que tuvieron mucha aceptación por los cirujanos y nefrólogos que los utilizaron como vía de acceso para el riñón artificial

INJERTOS DE POLIETETRAFLUORURO DE ETILENO EXPANDIDO (PTFE)

En cuanto se vio la necesidad de colocar prótesis no biológicas para ser utilizadas para la realización de fístulas arteriovenosas para hemodiálisis se pensó en usar las prótesis vasculares sintéticas, ya en uso en cirugía vascular, que habían demostrado su tolerancia y permeabilidad, entre ellos el dacrón y el teflón corrugados tanto trenzados como tejidos, pero estos materiales no permitieron su conexión al riñón artificial tanto por la ruptura del tejido del injerto al ser puncionado como el difícil control del sangrado después de la punción.

No fue hasta la producción de una nueva prótesis elaborada con polietetrafluoroetileno expandido (PTFE) conocido comercialmente como teflón que no es un material tejido, sino expandido y reforzado en el exterior con una película de teflón laminado. Esta nueva prótesis además de demostrar un funcionamiento muy satisfactorio cuando se usó en cirugía vascular al utilizarse en fístulas arteriovenosas para hemodiálisis demostró ser un material muy bien tolerado y eficaz, según lo aportado por Johnson y Baker en 1976 (15) permitiendo las punciones repetidas sin deterioro de su estructura y con un adecuado sellamiento de los artificios de las punciones.

El uso de esta prótesis se generalizó de inmediato debido a sus cualidades, entre las que destacan: la facilidad de su colocación ya que su textura permite una adecuada anastomosis (17), como la prótesis tiene presentaciones de diversos calibres, puede seleccionarse

el más adecuado en relación a los vasos del paciente. Su estructura hace difícil la formación de aneurismas, aunque la producción de falsos aneurismas es posible si no se realizan las punciones con los cuidados necesarios, sobre todo al retirar los catéteres. Por sus características esta prótesis pronto desplazó a todos los materiales tanto biológicos como artificiales que se utilizaban para la realización de fístulas arteriovenosas para hemodiálisis (Fig. 9).



Fig. 9. **Anastomosis arterial con injerto PTFE**

Este nuevo material al demostrar su magnífica tolerancia, y su permeabilidad a

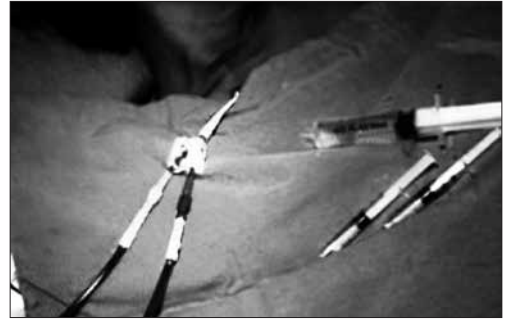


Fig. 10. **Catéter Perma Cath colocado y conectado al riñón artificial**

largo plazo dio lugar al diseño y producción de catéteres de diferentes características que permiten con facilidad el acceso vascular entre ellos un catéter de doble lumen comercialmente conocido como PERMA CATH que al colocarse a nivel venoso central revolucionó la tecnología para la hemodiálisis (Fig. 10).

Con este nuevo material y el uso de punciones vasculares percutáneas se han desarrollado múltiples catéteres, que por medio de procedimientos invasivos son utilizados con éxito como vías de acceso para las hemodiálisis, tanto agudas como crónicas, algunos de estos catéteres se tunelizan subcutáneamente y otros se colocan sin tunelizar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Quinton, W.E. Dillard D. y Scribner B. Canulation of blood vessels for prolonged hemodialysis *Trans am.soc. artif.intern.organs* 6:104, 1960.
2. Buselmeier T.J. Santiago F.A. A.V. Shunts for pediatric hemodialysis *Surgery* 70:638, 1971.
3. Brescia M.J. Cimino J.E. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula *N. Engl.J.Med.* 275:1089, 1966.
4. Flores G y Ronces V. Auto injerto venoso para hemodiálisis, comunicación preliminar. *Arch. Inst. Cardiol. Mex* 39:259, 1969.
5. Flores G. y Ronces V. Venous autograft for hemodialysis *Nefron* 8:58, 1971.
6. Ramirez F. y Treviño A. Nueva técnica de fístula arteriovenosa interna para hemodiálisis *Revista Mexicana de Angiología* 1:4, 155, 1974.
7. Rosemberg D. Glass B.B Experiences with modified bovine carotid arterial surgery *Surgery* :348,6, 1964.
8. De Falco R.J. Immunologic studies of untreated and chemically modified bovine carotid arteries *J.of. Surgical research* 10:95, 1970.
9. Chivits J.L. Yocoyamat Self sealing prosthesis for arteriovenous fistula in man *Trans. Am .Soc. artif intern organs* 18:452, 1972.
10. Treviño A Ramirez F. Fístula arteriovenosa interna para hemodiálisis con injerto de carótida de bovino. *Revista Mexicana de Angiología* III. 171, 1976.
11. Sparks Ch. H. Silicone Mandril Method of Femoro-popliteal artery bypass. *Ann J. Surgery* 124:244, 1972.
12. Sparks Ch. H. Silicone Mandril Method for growing veinforced autogenous Femoro-popliteal Artery Grafts in situ. *Ann. of Surgery.* 177, 293. 1973.
13. Dardik H. Ibrahim. Arteriovenous fistulas contruited with modified Human umbilical cord vein graft. *Arch. Surg. ; III:60* 1976.
14. Dardik H. I. Gluteraldehyde stabilized umbilical vein prosthesis for revascularization of the legs. *Am. J. Surg.* 138:234, 1979.
15. Johnson, J.M. Baker LD. Williams T. Expanded Polytetrafluoroethylene: A Subcutaneous Conduit for Hemodialysis. *Dial. and Trasplant.* April 1976.
16. Baker I. D. Johnson J.M. Expanded PTFE arteriovenous conduit. *Trans. A.M Soc. Artif. Intern. Organs.* 22: 382, 1976.
17. Elliot. M.P. Gazzaniga A. B. Use of expanded PTFE grafts for vascular access in hemodialysis. *A.M. Surg.* 43:455, 1977.

Anatomía vascular relacionada con los accesos de hemodiálisis

CARLOS VAQUERO, CRISTIAN HERNÁNDEZ, MANUEL DÍEZ, ELENA GARCÍA,
SERGIO FERNÁNDEZ-BELLO Y LILIANA FIDALGO-DOMINGOS

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid España

VASOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

La inmensa mayoría de los accesos se realizan a nivel del miembro superior utilizando fundamentalmente arterias distales, aunque cuando estas están inutilizadas o no es posible técnicamente su conexión a una vena cercana o utilizable, se usan arterias más proximales. De las venas son las superficiales las utilizadas, aunque cuando estas están inservibles pueden ser injertadas las superficiales del miembro inferior.

El aporte arterial a los miembros superiores parte a nivel de la arteria aorta donde nace en el lado derecho el tronco braquicefálico que se dividirá en arteria común derecha y subclavia derecha, y en el lado izquierdo nace directamente la arteria subclavia de la convexidad de la aorta.

La arteria subclavia una vez que da cinco ramas arteriales se convierte en arteria axilar en ambos lados una vez que penetra el vaso por esta región anatómica, pasando posteriormente a denominarse arteria humeral o braquial cuando penetra la arteria en el brazo. A nivel del codo la arteria se divide en arteria radial y arteria cubital. La arteria radial discurre por la parte lateral externo del antebrazo y la cubital por la parte interna o medial. Ambas arterias en la mano forman los arcos palmares y de ellos nacen las arterias digitales que se dirigen a los dedos.

El sistema venoso profundo recoge la sangre aportada por el sistema arterial y discurre el mismo al lado de los vasos arteriales en número de un conducto en las partes proximales y doble en las más distales en especial a nivel del antebrazo, mano y dedos.

A este sistema venoso profundo se le añade otro superficial formado por venas superficiales en la mano que confluyen en dos grandes colectores: vena cefálica y vena basilica, el primero lateral exterior y el sistema interno. Ambas venas confluyen a nivel de las venas profundas a nivel de la vena braquial. A nivel del codo en la cara anterior existe una formación venosa en forma de M que se puede considerar de especial importancia desde el punto de vista anatómico quirúrgico.

De especial atención se muestran los troncos braquicefálicos venosos, venas originadas por la unión de las venas yugulares y las subclavias. Ambas venas acabarán confluyendo para formar la vena cava superior.

De estos vasos tiene especial relevancia la arteria radial sobre todo en el tramo correspondiente al tercio distal del antebrazo y la arteria humeral también en la parte distal por encima del pliegue del codo al ser estos segmentos los utilizados para realizar los accesos para hemodiálisis.

De la misma forma los sectores distales de la vena cefálica especialmente, y basilica suelen ser los más utilizados con el fin de arterializar el sistema venosos superficial.

VASOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Los vasos del miembro inferior se utilizan de forma muy infrecuente para la realización de accesos para hemodiálisis. Se podría afirmar que solo se emplean de forma excepcional entre otras razones, por el dificultoso manejo del acceso a este nivel, la incomodidad para el paciente, las características anatómicas de los vasos tanto arteriales como venosos y por las más graves complicaciones derivadas de la realización del acceso a este nivel y las características de los vasos utilizados para este fin. Son los vasos femorales los más empleados a este nivel, evidentemente a nivel de la región inguinal. En esta región, se han confeccionado accesos uniendo vena y arteria femoral a veces utilizando prótesis y en otras ocasiones con el empleo de la vena safena interna.

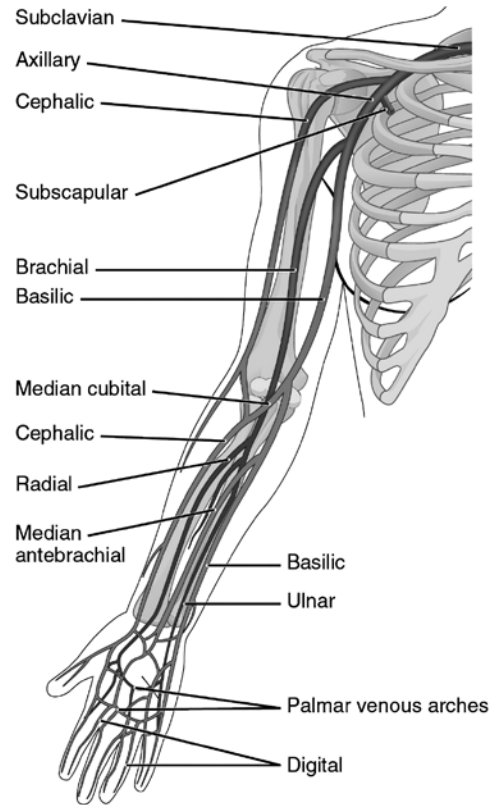
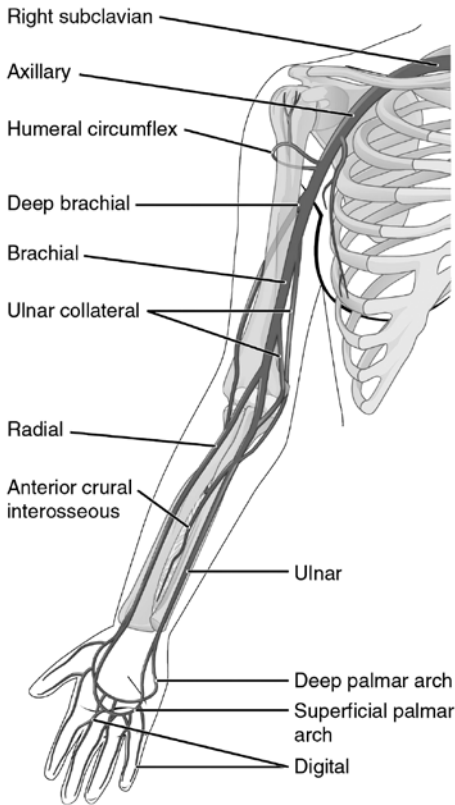
Los vasos femorales son la arteria femoral que es la continuación de la arteria ilíaca externa que pasa por debajo del ligamento femoral, recibiendo en la región inguinal, el nombre de arteria femoral común y que después de un corto trayecto de varios centímetros se divide en dos ramas, la arteria femoral superficial y la arteria femoral profunda. La primera discurre por la región del muslo hasta llegar al anillo de Hunter, atravesarlo y continuarse como arteria poplítea. La segunda se dirige a la parte externa del muslo dando sus numerosas ramas. La arteria poplítea atraviesa la región anatómica de este nombre para dar la arteria tibial anterior que discurre en la parte anterior de la región anatómica de la pierna y el tronco tibio-peróneo que después de un corto trayecto se divide en arteria tibial posterior que discurre posteriormente en la parte interna de la pierna y la arteria perónea que lo hace por la externa. Llegan al pie donde forman los arcos arterias con numerosas arterias anastomóticas para que emerjan de estos las arterias digitales.

El sistema venoso a semejanza del miembro superior, en el inferior lo forma un sistema venoso profundo que acompaña a las arterias, generalmente un vaso único hasta la región de la pierna donde se suele duplicar las venas e incluso muestran numerosas anastomosis entre sí.

El sistema venoso superficial, más relevante con lo que respecta a los accesos de hemodiálisis, más que por su empleo *in situ*, es por la utilización de las venas a nivel del miembro superior como injertos. Son dos grandes venas, la safena interna o mayor que discurre por la parte interna de la extremidad hasta desembocar la misma en la vena femoral formando un cayado o de la safena y la safena externa o menor que asciende superficialmente por la parte externa de la región de la pierna para desembocar en la vena poplítea en el hueco poplíteo. Todas las venas están provistas de válvulas y se unen entre sí por numerosas colaterales.

A otros niveles es posible que de forma excepcional se realicen accesos para hemodiálisis como son los que se crean utilizando la arteria tibial posterior rama del tronco tibio-peróneo, a su vez continuidad de la arteria poplítea que lo es de la arteria femoral superficial, anastomosando la referida arteria tibial posterior con la vena safena en su parte distal.

Entre los accesos confeccionados a nivel del miembro inferior de forma excepcional podemos referir el elaborado con la vena safena disponiéndola en forma de asa, que se superficializa colocándola inmediatamente por debajo de la piel para posteriormente poder tener acceso a ella mediante su punción y cuyo extremo distal para arterializarla se anastomosa en un vaso femoral. En décadas anteriores también se utilizó el denominado shunt de Thomas consistentes en dos tubos de material sintético cuyo extremos se anastomosaban en la arteria femoral y



Anatomía de las arterias y venas del miembro superior. Tomado de ER Services Anatomy and Physiology II.
 Download for free at <http://cnx.org/contents/14fb4ad7-39a1-4eee-ab6e-3ef2482e3e22@8.25>

el otro en la vena femoral conectando los otros extremos entre sí en los periodos de interdiálisis y desconectándolos para unirlos a los tubos del hemodializador para obtener sangre a gran débito del sistema arterial y devolverla al venoso. Su empleo ha caído en total desuso.

BIBLIOGRAFÍA

- Anson BJ, McVay CB. Surgical Anatomy. W.B. Saunders Company Philadelphia. 1971.
- Davidson I. On call in vascular access. RC Landes Company, Georgetown Texas USA 1996.
- Aiken JT, Causey G, Joseph J, Zoung JZ. A manual of human anatomy Thorax & upper limb. E&S Livingstone . Edinburgh & London 2 Edition. 1964.
- Aiken JT, Causey G, Joseph J, Zoung JZ. A manual of human anatomy. Lower limb. E&S Livingstone . Edinburgh & London. 1956.
- Bourgerly JM & Jacob NH. Atlas of human anatomy and surgery. Taschen GmbH Hong Kong. 2008.

Accesos vasculares en hemodiálisis

GUILLERMO AGUILAR PERALTA, CINTIHA MARTÍNEZ MACÍAS E ISELA REYES CHÁVEZ
Humvascular Alem. Ciudad Guzmán, Jalisco. México

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) es un problema emergente en todo el mundo. En España, el estudio Epidemiología de la Insuficiencia Renal Crónica en España –EPIRCE– estimó que aproximadamente el 10 % de la población adulta sufrirá de algún grado de ERC. Según datos de la Sociedad Española de Nefrología (S.E.N.) correspondientes al año 2010, la diabetes representa la principal causa de ERC avanzada en España y es responsable del 24,7 % de los casos de tratamiento sustitutivo renal, aunque en algunas regiones, como las Islas Canarias, esta tasa alcanza el 45 % (1).

Un estudio realizado en España con una población de estudio de 97.665 individuos, resultó que la prevalencia global de ERC (eFG < 60 ml/min o en diálisis) fue del 15,1 %, aumentando progresivamente con la edad de 4,8 % en el grupo de 60-64 años hasta 43,4 % en mayores de 84 años. Si bien la prevalencia global de ERC fue significativamente superior en mujeres (16,6 versus 13,2 %), se observaron cambios por grupos de edad. No existían diferencias significativas entre sexos por debajo de los 75 años, y estas aumentaban a partir de dicha edad (2).

La incidencia y la prevalencia de la enfermedad renal crónica que necesita tratamiento renal han aumentado más del 100 % en los últimos 15 años (de 61 y 392 pacientes por millón en 1991 a 132 y 1.009 en 2007, respectivamente). El grupo de edad que ha registrado un mayor incremento porcentual es el de los pacientes mayores de 75 años (del 8,5 %

de pacientes en 1992 a 40 % en la actualidad). En este grupo, la mayoría de los pacientes son tratados mediante hemodiálisis (94 % de los pacientes incidentes) y pocos cambian de técnica a lo largo de su vida (3).

Desde el inicio de las técnicas de tratamiento renal sustitutivo (TRS) mediante hemodiálisis (HD) el número de pacientes que precisan este tratamiento ha ido aumentando progresivamente hasta situarse actualmente en torno a 1.000 pacientes/millón de habitantes (4).

En México, la insuficiencia renal crónica (IRC) es una enfermedad catastrófica y no tiene una base electrónica que permita conocer con precisión las características de los pacientes en programas de diálisis. En un estudio realizado en México, el objetivo general fue identificar los aspectos epidemiológicos de pacientes en terapias sustitutivas, datos retrospectivos de pacientes prevalentes en programas de diálisis de las unidades médicas de segundo nivel de atención del Instituto Mexicano del Seguro Social. Se incluyó a 31.712 pacientes de 127 hospitales generales, 20.702 de DP y 11.010 de HD. El promedio de edad fue 60 (rango: 10-84) años. Las causas de IRC fueron diabetes mellitus 48,5 %, hipertensión arterial 19 %, glomerulopatías crónicas 12,7 % y otras 19,8 %. La principal causa de morbilidad en diálisis peritoneal fue la peritonitis y en hemodiálisis fue síndrome anémico e infección del acceso vascular, de los cuales fueron empleados en 77 % de tipo Mahurkar. Las causas de defunción fueron cardiovasculares e infecciosas (3).

ACCESOS VASCULARES

El acceso para hemodiálisis o acceso vascular es una manera de acceder a su sangre para la hemodiálisis. Permite que la sangre viaje por conductos flexibles hacia la máquina de diálisis, en donde es liberada de sus elementos tóxicos al pasar por un filtro especial denominado dializador. La hemodiálisis es un tratamiento que elimina los desechos y el exceso de líquido de la sangre cuando la disfunción renal impide hacerlo. Antes de poder iniciar la hemodiálisis es necesario crear una conexión con la sangre de los vasos sanguíneos (6).

Dentro de la actividad diaria de un Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, el acceso vascular (AV) para hemodiálisis representa un porcentaje que ronda el 10 % de las intervenciones quirúrgicas practicadas a lo largo de un año en un hospital de nivel de atención III.

De la disposición de un AV adecuado va a depender la calidad de la hemodiálisis en la enfermedad crónica renal (ERC) terminal, manteniendo una relación directa con la morbilidad y la calidad de vida de estos pacientes (7).

El acceso vascular ideal debe reunir al menos tres requisitos: permitir el abordaje seguro y continuado del sistema vascular, proporcionar flujos suficientes para aportar la dosis de HD adecuada y carecer de complicaciones.

El acceso vascular adecuado es imprescindible para el tratamiento renal sustitutivo (TRS) mediante hemodiálisis (HD). Tal acceso no fue posible hasta la introducción de la derivación arteriovenosa de Quinton-Scribner en 1960.

En 1966, Cimino *et al.* desarrollaron la fístula arteriovenosa endógena (FAVI), que hoy sigue siendo el acceso vascular de elección para HD.

La importancia del acceso vascular es tal que actualmente constituye la primera causa de ingreso en los pacientes en HD. La

situación ideal es el inicio de TRS mediante FAVI madura, pero según diferentes autores hasta el 50 % de los pacientes inicia HD mediante catéter venoso.

Los accesos vasculares temporales están indicados en situaciones agudas o transitorias: insuficiencia renal aguda, ERC que precisa HD urgente sin tener aún acceso vascular permanente maduro, y pacientes en HD que han perdido su acceso vascular por una disfunción hasta que se restablezca su uso. También son necesarios en pacientes en diálisis peritoneal que carecen de FAVI y requieren descanso peritoneal, en portadores de trasplante renal en situación de necrosis tubular aguda o rechazo agudo severos que precisan HD y en indicaciones de plasmaféresis o hemoperfusión (4).

Para la realización de un acceso vascular permanente, se debe efectuar una adecuada evaluación preoperatoria, teniendo en cuenta:

- Historia clínica del paciente.
- Exploración física del sistema arterial y venoso.
- Estudios radiológicos: eco-Doppler, flebografía, arteriografía, etc.

Con los datos anteriores se decidirá qué acceso vascular está indicado para ese paciente (4).

TIPOS DE ACCESOS VASCULARES

Se pueden crear dos tipos de accesos vasculares:

➤ PERMANENTES

• **Fístula arteriovenosa:**

Fístula autóloga: se realiza la anastomosis con los vasos propios del paciente.

• **Fístula de injerto:**

Autólogos: vasos propios del paciente.

Heterólogos: procedentes de vasos de animal.

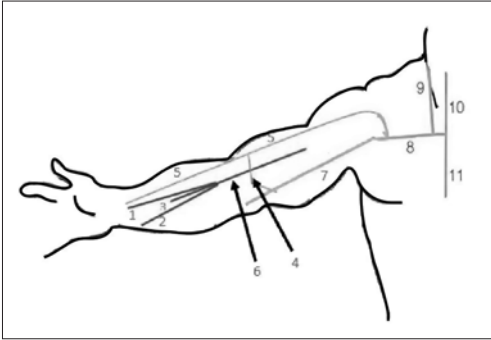


Fig. 1. Anatomía vascular del brazo. 1: arteria radial; 2: arteria cubital; 3: arteria interósea; 4: arteria humeral; 5: vena cefálica; 6: vena mediana antecubital; 7: vena basilíca; 8: vena subclavia; 9: vena yugular externa; 10: vena yugular interna; 11: vena cava superior.

Sintéticos: fabricados con materiales como dacrón y politetrafluoruretileno (Goretex®) y hemasite o fístula de botón.

Homólogos: de material humano como la vena de cadáver o cordón umbilical (8).

➤ TRANSITORIOS

Catéteres: suelen ser transitorios pero si se agotan las posibilidades de fístula, se convierten en permanentes.

FÍSTULA ARTERIOVENOSA INTERNA (FAVI)

La mejor opción para la diálisis es la **fístula**. Se prefiere este tipo de acceso porque generalmente dura más y presenta menos complicaciones como la formación de coágulos e infecciones (6). Tiene la morbilidad y la tasa de complicaciones más baja (4).

La fístula se debe establecer varios meses antes de que necesite iniciar la diálisis. Esto permite que haya suficiente tiempo para que la fístula esté lista cuando se necesite el tratamiento.

Para crear la fístula se emplea un procedimiento de cirugía menor (6, 2). Consiste en la

anastomosis subcutánea de una arteria a una vena adyacente (1). Esto crea un vaso sanguíneo más ancho y fuerte con un flujo rápido de sangre, que faciliten la inserción repetida de agujas. Una fístula arteriovenosa bien realizada y con buenos cuidados, debe durar por encima de los diez años sin complicaciones (8, 7).

El lugar ideal para establecer la fístula es la muñeca o el codo. Por lo general una fístula durará muchos años. La fístula normalmente tarda uno a cuatro meses en «madurar» o agrandarse antes de que se pueda usar (6).

LOCALIZACIÓN

- **Radiocefálica.** Es la más frecuentemente usada y consiste en la anastomosis de la arteria radial a la vena cefálica. Esta anastomosis suele hacerse latero-terminal.
- **Radiobasilíca.** Consiste en llevar la vena cubital hasta la arteria radial. Es la más trabajosa de realizar y la más incómoda para el paciente. Se puede realizar en los pacientes que han perdido la vena cefálica.
- **Humerocefálica.** El acceso autólogo humerocefálico directo, se considera como el procedimiento secundario por excelencia tras la fístula arteriovenosa de la muñeca.
- **Humero basilíca.** Se presenta una vía de acceso utilizando el eje venoso basilico-medianocefálico y la arteria humeral como alternativa cuando los vasos del antebrazo han sido empleados previamente. Brinda un amplio trayecto de punción, con nula participación del sistema venoso profundo y es de suma utilidad en niños ya que la mayor acumulación de tejido adiposo en la zona del antebrazo y muñeca, asociados al pequeño calibre de los vasos superficiales dificultan el acceso clásico.
- **Braquiocefálica.** Consiste en la anastomosis latero-terminal de la arteria braquial

con la vena cefálica en posición terminal. Es una buena opción para aquellos pacientes en los que se ha perdido una fístula radio cefálica. Cuando se puede realizar, es una fístula de pocos problemas y con una facilidad de uso y durabilidad semejante a los de la fístula radio cefálica.

- **Otras.** Se han descrito otras alternativas como la carótida yugular o la femorosafena, pero ninguna es comparable a las descritas. Si no se puede realizar ninguna de las anteriormente nombradas se realizará un injerto (8).

VENTAJAS

- Dura más.
- Es menos frecuente a la infección.
- Proporciona un flujo de sangre excelente una vez que está lista para usarse.
- Es menos probable que se formen coágulos de sangre y se bloquee.
- El paciente se puede duchar después de la cirugía, una vez que el acceso ha cicatrizado.

DESVENTAJAS

- Necesita uno a cuatro meses para madurar antes de que pueda usarse.
- Se insertan agujas para conectarlas a la máquina de diálisis (6).

COMPLICACIONES

- **Hemorragia.** La primaria se asocia a problemas en la punción de la vena o por problemas de coagulación. Es frecuente que se produzca por mala canalización de la vena o por desgarrado de la misma. En caso de extravasación se debe retirar la aguja y comprimir

con hielo o alcohol gel durante 10 min. La hemorragia secundaria suele ir asociada a infección, especialmente en los injertos protésicos.

- **Aneurismas.** Aparece dilatación y adelgazamiento de las paredes. Hay que vigilarlos por la posibilidad de aparición de trombosis, embolismo, infección o rotura. Su solución es quirúrgica.
- **Pseudoaneurismas.** Son bastante frecuentes y en general solo requieren observación. Consisten en hematomas encapsulados en conexión con la luz del vaso. Se previenen cambiando la zona de punción.
- **Infecciones.** Se presentan, en su mayoría, en los orificios de punción y con mayor incidencia en injertos sintéticos y son, con mucha frecuencia, causa de hemorragias, trombosis, pseudos aneurismas y tromboflebitis de las venas del miembro que porta la fístula. Se diagnostican fácilmente por la presencia de calor, dolor, edema y enrojecimiento. Una fístula infectada puede derivar en serios problemas como sepsis, endocarditis y trombosis de la fístula. Jamás se pinchará en una zona que se sospeche infectada.
- **Trombosis.** Se producen como consecuencia de un engrosamiento en la pared de la vena, por punciones repetidas y/o traumáticas o estrechamiento de la anastomosis. Otras veces pueden ser por hipotensión, compresión mecánica de la vena o inadecuada realización de la fístula. A menudo se produce por la extravasación de sangre que comprime la vena y precipita la trombosis.
- **Síndrome de robo arterial.** Aparece frialdad y parestesias de la extremidad, que puede llegar a la necrosis de las puntas de los dedos y quedar isquémicos, la causa suele ser que la sangre pasa de la arteria a la vena a través de la fístula. Su tratamiento es la cirugía para reducir la salida del flujo venoso o la anastomosis.

- **Síndrome de «sangre negra».** Por aumento de la resistencia venosa en el retorno, ésta se vuelve más negra (desaturada). La solución es quirúrgica.
- **Hipertensión venosa.** Cuando en la fístula de muñeca existe una obstrucción de las venas proximales o cuando la fístula es laterolateral radio cefálica, puede presentarse un flujo distal hacia la red superficial de la mano, que puede llegar a producir un edema, pérdida de color e incluso ulceración de la piel. El tratamiento es quirúrgico (8, 7).

INJERTO

El **injerto** es la segunda opción para el acceso vascular. Mediante un procedimiento de cirugía menor se coloca un tubo artificial entre una vena y una arteria cercana. El injerto se coloca en la parte interna del codo o en el brazo. Algunas veces los injertos se pueden colocar en la pierna o en la pared torácica. En general es necesario que hayan pasado como mínimo dos semanas después de la cirugía para poder utilizarlos.

VENTAJAS

- Proporciona un flujo de sangre excelente una vez que está listo para usarse.
- El paciente se puede duchar después de la cirugía, una vez que el acceso vascular ha cicatrizado.

DESVENTAJAS

- Dura menos que una fístula.
- Es más propenso a la infección que la fístula.
- Requiere por lo menos dos semanas antes de poder usarlo.

- La formación de coágulos puede ser un problema que podría requerir cirugía u otro tratamiento para corregirlo.
- Se insertan agujas para conectarlo a la máquina de diálisis (6, 2).

El uso de material protésico para la realización de un acceso vascular para la hemodiálisis ha demostrado ser una solución de alto coste tanto económico como de morbilidad y calidad de vida de los pacientes, por la necesidad del gran número de procedimientos quirúrgicos o radiológicos para mantenerlo útil.

Antes de colocar una prótesis deben de identificarse las arterias y las venas, con un diámetro adecuado para el implante.

La posición de la prótesis es en forma recta o forma de asa, siendo ésta la preferida en el antebrazo, pero la elección estará condicionada por las características del paciente. La localización dependerá del lecho vascular conservado.

En caso de que no fuese posible una prótesis en los miembros superiores es posible implantarla entre la arteria femoral y la vena femoral o la safena en el cayado.

Las prótesis deben tener entre 20 y 40 cm para garantizar una gran longitud de punción. El diámetro de las prótesis deberá oscilar entre 6 y 7 mm (5).

El tiempo de maduración de la prótesis será de 4 a 6 semanas, aunque hay autores que opinan que puede ser utilizada a los pocos días de su implantación.

Después de la cirugía para la realización del injerto, el paciente puede experimentar dolor o hinchazón en el área que cubre el injerto durante tres o cuatro semanas. Si es así, el brazo deberá mantenerse elevado. Sin embargo, tienen mayor riesgo de infectarse y de coagularse (10). Los injertos son usados cuando la vascularidad nativa del paciente no permite una fístula arteriovenosa (8).

LOCALIZACIÓN

- Arteria radial en muñeca.
- Arteria humeral en fosa ante cubital.
- Arteria humeral en brazo.
- Arteria humeral próxima a axila.
- Arteria axilar.

COMPLICACIONES

La complicación más frecuente es la anastomosis proximal o venosa que aumenta el éxtasis sanguíneo en el vaso con peligro de trombosis. Todas las prótesis biológicas plantean dificultades a la hora de realizar procedimientos reparadores en caso de complicaciones tales como estenosis venosas, aneurismas y sobre todo infecciones. El 40 % de los injertos presenta alguna complicación dentro del primer año, siendo las más comunes la trombosis y los problemas en el lugar de punción, como son erosiones de la piel, infecciones y pseudo aneurismas. La duración de un injerto es siempre menor que la de una fístula arteriovenosa, pero con una buena técnica quirúrgica y unos buenos cuidados en su manejo, pueden durar bastante (8).

CUIDADOS DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA (FAV)

Los cuidados de la FAV comienzan antes de su realización. Es importante ofrecer al paciente información general sobre el acceso vascular: qué es, para qué sirve y qué cuidados debe aplicar el paciente. También se tiene que preservar la red venosa del paciente desde que se sabe que puede necesitar tratamiento renal sustitutivo. Después, los cuidados de la fístula variarán según se realicen después de la operación, cuando está madurando o una vez iniciada la sesión de HD. Para ello disponemos de la consulta de prediálisis (8).

RECOMENDACIONES A LOS PACIENTES PARA EL CUIDADO DE SU FAV O INJERTO

- **Vigilar que el acceso funcione correctamente**, para ello se enseñará al paciente a explorar a diario su AV, enseñándole qué son el soplo y la vibración (*thrill*) y cómo valorarlos. Para ello palpará la fístula para sentir el *thrill* varias veces al día.
- **Debe evitar** la toma de la tensión arterial en el brazo portador de la fístula.
- **Evitar compresiones tales como ropa apretada**, reloj o pulseras, vendajes oclusivos y traumatismos en el miembro afectado.
- **Mantener la zona donde esté localizada la fístula** bien seca y limpia mediante lavado diario con jabón pH neutro.
- **Informar al personal sanitario sobre la presencia de cualquier signo de infección local** (eritema, aumento de temperatura, dolor, edema, drenaje de material seroso o purulento, etc.), así como síntomas de isquemia como frialdad, palidez, dolor, etc.
- **No se debe utilizar la fístula para otro fin que no sea la hemodiálisis**, es decir evitar venopunciones.
- **Es importante** tratar de no dormir sobre el brazo portador del acceso.
- **Debe evitar realizar ejercicio** y levantar peso con dicho brazo.
- **Cubrirá** el acceso cuando se pueda dañar o contaminar.
- **Evitará cambios bruscos** de temperatura en la extremidad portadora de AV.
- **Debe mantener una relación cercana** con el personal de enfermería que lo atiende, pues les puede recordar los lugares de punción cada vez que lo atienden (8, 7).

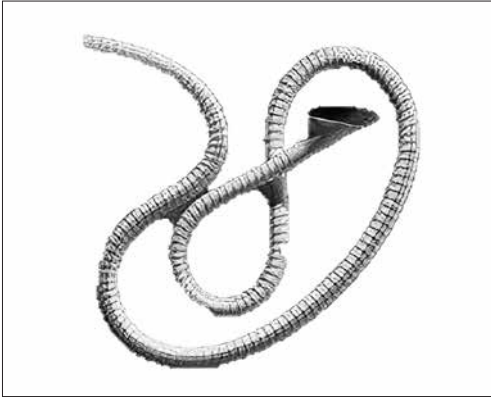


Fig. 2.

PRÓTESIS DE TIPO PTFE (TEFLÓN EXPANDIDO)

Las prótesis de politetrafluoroetileno expandido y reforzado (PTFE) pertenecen al grupo de las prótesis no biológicas y de naturaleza no textil. Poseen una estructura muy porosa e hidrófoba siendo de color blanquecino, de superficie muy lisa y suave, no corrugadas y menos elongables que el Dacrón.

Dada su alta porosidad los elementos de la sangre tienden a ocupar con rapidez su estructura. A nivel de su superficie interna se forma una fina capa de fibrina, pero con menos plaquetas debido a su carácter altamente electronegativo, por lo cual es menos trombogénico. A las dos semanas de su implante se forma una capa de tejido fibroso en su superficie externa que invade los intersticios de la prótesis, por lo cual es muy bien incorporada al organismo. No requiere de precoagulación para el implante, y por ser menos trombogénica tiene una buena utilización en zonas de menor flujo sanguíneo.

Por las propiedades anteriormente mencionadas, el PTFE representa la mejor alternativa cuando no se dispone de vena. De allí que tiene su gran aplicación en la zona femoropoplíteo, e incluso se la usa para el sector infrapoplíteo. También es la mejor alternativa

en la confección de fístulas arteriovenosas en los pacientes que serán sometidos a hemodiálisis (9).

INJERTO VASCULAR EN DACRÓN

Este tipo de material corresponde al poliéster, es decir a una fibra textil que, de acuerdo a la forma en que es tejida, tendrá mayor o menor porosidad.

Disponible en dos formas de tejido: la primera corresponde a la de punto de tejido (*Woven*), la cual es de baja porosidad y por lo tanto no requiere de precoagulación para su implantación; con ello se reduce a un mínimo el sangrado. Este tipo de prótesis está indicado especialmente en pacientes heparinizados o que son sometidos a circulación extracorpórea.

Está particularmente indicado en la sustitución de la aorta principalmente proximal, arterias pulmonares y corrección de anomalías congénitas, es decir en las reconstrucciones arteriales complejas y que demandan una gran pérdida sanguínea. También tiene indicación en los casos de aneurismas de la aorta abdominal rotos.

Otro tipo de prótesis de Dacrón corresponde a la variedad de punto de malla (*Knitted*), la cual es de alta porosidad. Por su estructura son más elongables y flexibles que las anteriores y, debido a su alta porosidad, requieren de precoagulación para su

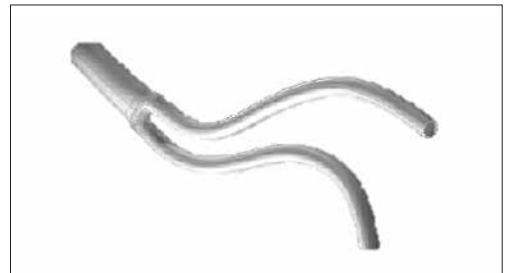


Fig. 3.

implante. Este tipo de prótesis viene en la actualidad recubierto en sus dos superficies, vale decir externa e interna por un tejido más fino, suave y aterciopelado denominado doble Velour, que le confiere un precoagulado más expedito y al mismo tiempo permite su incorporación más rápida al organismo; además la hace más elongable y fácil de suturar (9).

FÍSTULA DE INJERTO VASCULAR HEMASITE O DE BOTÓN

Ha sido utilizada desde 1980, como método de acceso vascular permanente en pacientes en programa de hemodiálisis.

Consiste en una pieza o cuerpo de titanio en forma de T recubierta de carbón pirolítico: externamente esta forrada de Dacrón-Valour, internamente lleva un septo con dos agujeros, y un sistema autosellado, con una placa de plástico y un anillo de cierre. Las dos ramas de la pieza en T están adosadas a dos segmentos de PTFE, que terminan en diámetros de 4 y 6 mm para implantar en la arteria y en la vena, respectivamente (10).

CATÉTERES

Los catéteres son tubos flexibles y huecos que permiten que la sangre fluya desde y hacia el cuerpo del paciente.

La implantación de un catéter venoso central debe considerarse cuando no ha sido posible realizar una fístula arteriovenosa autóloga o protésica, o cuando sea necesario tratamiento renal sustitutivo sin disponer de otro acceso.

Hay que tener en cuenta que su tasa de supervivencia es más baja, la eficacia para administrar la dosis de hemodiálisis es menor y tiene un alto riesgo de infección.

Aunque las guías no lo recomiendan como acceso vascular permanente, pocos o ninguno de los servicios de hemodiálisis pueden cumplir con sus recomendaciones. Muy al contrario, cada día está aumentando el número y porcentaje de catéteres permanentes.

El acceso de CVC (catéter venoso central) consiste en un catéter de material sintético con dos luces u ocasionalmente dos catéteres separados, que se inserta en una vena grande, generalmente la vena cava, la vena yugular o la vena femoral (8).

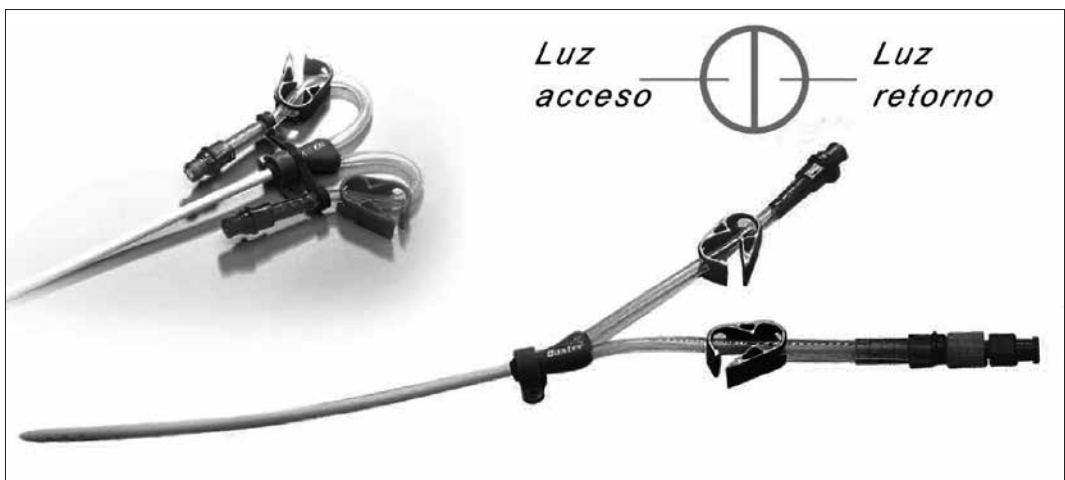


Fig. 4.

Los **catéteres** se utilizan más frecuentemente para los accesos vasculares transitorios. Por ejemplo, se utilizan por un corto periodo de tiempo en personas que necesitan iniciar la diálisis antes de que su fístula esté lista. El catéter se quitará una vez que la fístula haya «madurado». Algunas veces se utiliza un catéter por un tiempo prolongado porque no es posible establecer una fístula o un injerto. Los catéteres están fabricados de tubos de plástico blando. Hay dos partes, una para extraer la sangre y otra para llevar la sangre limpia nuevamente al cuerpo.

Los catéteres solo se colocan en el momento en que se necesita iniciar la diálisis. Se colocan en una vena grande, generalmente en el cuello, pero a veces se colocan en la parte superior del pecho. Los catéteres tienen más problemas (como formación de coágulos e infecciones) que las fístulas o los injertos. Con ellos el flujo de sangre puede no ser suficiente para una diálisis adecuada.

VENTAJAS

- Se puede utilizar inmediatamente.
- No se necesitan agujas para conectarlo a la máquina.

DESVENTAJAS

- Generalmente es un acceso transitorio.
- Es el más propenso a la infección.
- Puede no tener el flujo de sangre necesario para una diálisis adecuada.
- Se pueden formar coágulos de sangre que bloquean la circulación de la sangre por el catéter.
- Es necesario usar una cubierta protectora sobre el catéter para poder ducharse.
- Puede causar estrechamiento de vasos sanguíneos mayores (6).

LOS CATÉTERES CENTRALES PUEDEN CLASIFICARSE EN:

- **No tunelizados** (para su uso inferior a 3-4 semanas), suelen ser semirrígidos, de poliuretano, oscilando su longitud entre 15 y 25 cm de forma recta, con extensiones rectas o curvadas según la vena a canalizar, curvadas para yugular y subclavia y rectas en femoral.
- **Tunelizados** (cuando se pretenda una utilización mayor de cuatro semanas). La longitud será la menor posible, para maximizar el flujo obtenido.

El calibre será suficiente para garantizar un flujo adecuado para la hemodiálisis. Los catéteres deben ser implantados por personal facultativo familiarizado con la técnica (nefrólogos, radiólogos vasculares o cirujanos) y que hayan demostrado suficiente experiencia.

Los catéteres vasculares centrales tunelizados se deben colocar en una sala con condiciones asépticas. La utilización de salas de radiología intervencionista reduce las complicaciones, los costes y las estancias hospitalarias (8).

LOCALIZACIÓN

Las venas generalmente canalizadas, llevan un orden: primero vena yugular interna derecha e izquierda, venas yugulares externas, venas subclavias derecha e izquierda y venas femorales derecha e izquierda.

La vena yugular interna es la vena elegida más frecuentemente, debido a su fácil acceso y su menor índice de complicaciones. Es usada tanto para catéteres temporales como para tunelizados.

La canalización puede ser guiada con ecografía o mediante referencias anatómicas. El segundo lugar de elección dependerá de las características anatómicas y funcionales del

paciente. La vena subclavia deberá canalizarse solo cuando las demás vías hayan sido agotadas, ya que tiene un mayor riesgo de estenosis.

Si el paciente tiene previsto realizarse una fístula arteriovenosa en alguno de sus brazos, deberá de evitarse la utilización de la yugular y mucho menos la subclavia de ese lado.

Los catéteres no tunelizados deberán colocarse el mismo día que vayan a ser utilizados. Éste es el caso del catéter Shaldon que se ubica en los vasos femorales. El catéter de Permcath® es de silicona, radiopaco, de doble luz y con un manguito de dacrón destinado a fijar el túnel subcutáneo y servir de barrera antibacteriana (8).

Está indicado en permanencias prolongadas (meses o años) como acceso vascular temporal y puede colocarse en cualquier vaso central, aunque el más utilizado es la vena subclavia. Cuando estas posibilidades se agotan, por distintas patologías, y dejan de ser eficaces para la hemodiálisis, es necesario recurrir a una de las últimas alternativas de acceso vascular como es el catéter translumbar tunelizado en vena cava inferior (8).

COMPLICACIONES

- **Infección.** La infección relacionada con el catéter es la complicación más frecuente y grave de los catéteres venosos centrales. Produce una elevada morbilidad y aunque la mortalidad directa no sea alta, supone la pérdida de un acceso vascular en pacientes que en general no tienen más posibilidad de accesos para hemodiálisis. Hay dos factores fundamentales: el lugar de implantación y el tiempo transcurrido desde la implantación.

Las infecciones son más frecuentes en los catéteres no tunelizados que en los tunelizados, por eso los catéteres femorales son más susceptibles de infecciones que los torácicos.

SE DEFINEN VARIOS TIPOS DE INFECCIONES ASOCIADAS A LOS CATÉTERES:

- **Bacteriemia.**
- **Tunelitis o infección del túnel subcutáneo.** Aparecerá inflamación y exudado purulento desde el dacrón hasta el orificio de salida, asociado o no a bacteriemia. Esta infección suelen precisar recambio del catéter.
- **Infección del orificio de salida del catéter.** Aparece exudado purulento a través del orificio de salida. Estas infecciones son más frecuentes en pacientes con escasa higiene personal y en diabéticos y se suelen resolver con antisépticos locales y antibióticos.
- **Colonización.** En el manejo de las infecciones, varía en función de la gravedad de las mismas, de la necesidad de mantener el catéter y del tipo de catéter (tunelizado o no tunelizado).
- **La estenosis del vaso** es una complicación muy frecuente que suele pasar inadvertida y es grave porque compromete la realización de otros accesos vasculares posteriores en el mismo miembro.
- **Trombosis.** Ante una trombosis estará indicada la retirada del catéter. La primera maniobra será intentar lavar el catéter. Si esta maniobra no diera resultado, se tratará con fibrinolíticos, y si la desobstrucción no fuera posible, se retirará este catéter y se colocará otro (8).

RECOMENDACIONES A LOS PACIENTES PARA EL CUIDADO DE SU CATÉTER

En la consulta de prediálisis se llevará a cabo un programa educativo para que el paciente realice de forma adecuada el autocuidado de su

catéter permanente, conozca su importancia y sus riesgos.

- Mantener una adecuada higiene personal general (ropa interior limpia, higiene del hogar, ropa de cama limpia, etc.)
- Utilizar apósitos transpirables (gasas y esparadrapo), solo utilizar apósitos oclusivos en circunstancias especiales (para baño en el mar o piscinas), retirándolos posteriormente, ya que al no permitir la transpiración favorecen la creación de un medio húmedo y el riesgo de infecciones.
- Uso de sujetadores, sobre todo las mujeres con mamas voluminosas para evitar desplazamientos de catéter por efecto de la gravedad.
- Evitar mojar el apósito (la humedad aumenta el riesgo de infección).
- Cuidado con el uso de material cortante cerca del catéter (tijeras, cuchillas de afeitarse).
- Evitar el roce continuado sobre el catéter con cadenas, tirantes, etc.
- En caso de catéter femoral evitar sentarse en ángulo recto y caminar a diario para prevenir trombosis.
- Evitar golpes, ejercicios o actividades bruscas.
- El catéter siempre debe tener sus tapones puestos y solo debe ser manipulado por el personal de enfermería.
- Si se producen separaciones, filtraciones o roturas en cualquier parte del catéter se debe asegurar que esté cerrado en el área superior del sitio del problema y debe acudir inmediatamente a urgencias.
- Ante fiebre, sangrado, dolor y cualquier duda o complicación relacionada con el catéter, es necesario ponerlo en conocimiento del personal de enfermería.



Fig. 5.

DISPOSITIVOS SUBCUTÁNEOS

Otro dispositivo es el tipo Dialock, un acceso de titanio implantado en el espacio subcutáneo y conectado a dos catéteres de silicona reforzados, que avanzan por una vena central hasta la aurícula derecha. Dicho acceso tiene dos guías que facilitan la incisión de las cánulas de punción y unas válvulas que se cierran inmediatamente al retirar las cánulas, evitando el reflujo. Estos dispositivos suelen ser utilizados de inmediato, e incluso recibir hemodiálisis el mismo día de su implantación.

Todo el sistema se encuentra totalmente debajo de la piel. Esto creará en algunos casos un pequeño orificio en la piel llamado «ojal».

Una pequeña protuberancia en la piel permitirá localizar el área de acceso previo de la sesión de HD. En corto tiempo, la inserción y extracción de la aguja apenas causarán dolor, ya que tienen mecanismos para mantener las agujas fijas en su lugar durante la sesión.

Estos dispositivos pueden ser ideales si se está en espera de un acceso permanente o de un trasplante, también si se han tenido numerosos fracasos con los accesos. No se tiene aún información del uso de estos dispositivos por períodos largos de tiempo (8).

BIBLIOGRAFÍA

1. Artola S, Gomez R, Gorritz J, Martine A, Menedez, E. Documento de Consenso sobre el tratamiento de la diabetes tipo 2 en el paciente con enfermedad renal crónica. *Nefrología* 2013;34: 1-4.
2. Cunillera O, Ferre A, Gonzalez S, Rodriguez L, Rodriguez M, Ruiperez L. (2014). Enfermedad renal crónica en Atención Primaria: prevalencia y factores de riesgo asociados. Recuperado de: http://ac.els-cdn.com/S0212656714002327/1s2.0S0212656714002327main.pdf?_tid=3b8cf5a-23f5711e48a1000000aab0f6b&acdnat=1411060642_d03632ac5cd060c15f334a35168b4261.
3. Sociedad Española de Nefrología (2011). Fístulas arteriovenosas para hemodiálisis Disponible en: <http://nefrologiadigital.revistanefrologia.com/modules.php?name=libro&op=viewCap&idpublication=1&idedition=13&idcapitulo=73>
4. Jimeno I, Minguela J, Ocharan J, Chena A, Ruiz R. (2008). Indicaciones y tipos de acceso para hemodiálisis. *Sociedad Española de Diálisis y Trasplante*, 2008; 29(4), 173-176.
5. Méndez-Durán A, Méndez-Bueno JF, Tapia-Yáñez T, Muñoz Montes A, Leticia Aguilar-Sánchez. (January–March 2010). 3. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México Original Research Article. *Diálisis y Trasplante*, 31, 7-11.
6. National Kidney Foundation (2006). Lo que Necesita Saber sobre el Acceso Vascular. Recuperado de: http://www.kidney.org/atoz/pdf/VA_SPAN.pdf
7. Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular. Guía de acceso vascular en hemodiálisis. *Presentación Angiología* 2005; 57 (2): 117-118.
8. Certamen FAE. Accesos vasculares, complicaciones, cuidados y seguimiento en hemodiálisis durante dos años. Disponible en: <http://www.nosocomio.org> el 28/09/201.
9. Prótesis vasculares. Disponible en: <http://cirugiavasculareactual.blogspot.mx/2007/07/prtesis-vasculares.htm>
10. Abad C, Andreu L, Bergada A, López-Pedret J, Mulejt. Experiencia con la prótesis de Hematías como método de acceso vascular en pacientes en programa de hemodiálisis. *SEDYT* 1984;VI/4, 115-118.

Criterios de indicación de acceso vascular en pacientes con enfermedad renal crónica terminal

RAFAEL FERNÁNDEZ-SAMOS, JOSÉ MANUEL ORTEGA, NURIA SANZ PASTOR Y ANDRÉS ZORITA
Servicio de Angiología y Cirugía. Hospital Universitario de León. León. España

INTRODUCCIÓN

El acceso vascular (AV) es imprescindible para la vida de los enfermos que padecen enfermedad renal crónica terminal (ERCT). Cuanto más permanece un paciente en hemodiálisis (HD) más importante es mantener un AV funcional, cuya posibilidad de realización, ya sea en localización o en número, no son ilimitados. Actualmente, la proporción de pacientes que precisan HD crece incesantemente y la necesidad de construir AVs cada vez más complejos supone un reto para el cirujano vascular.

El número de pacientes que acuden a las unidades de HD con alguna discapacidad, secundaria a su patología de base, es cada vez mayor. Es un reflejo exacto de lo que ocurre en la población general, con una supervivencia y expectativas de vida elevadas, lo que provoca que haya pacientes cada vez más añosos que entran en HD, habitualmente con vasos arteriales y venosos deteriorados, diversas disfunciones cardiovasculares y otras patologías que dificultan conseguir un buen AV; otros llevan en diálisis mucho tiempo y han agotado todas las posibilidades de fístula autóloga (FAVI) o prótesis (PAV), por lo que el número de pacientes portadores de catéteres (CVC) ha aumentado de forma considerable.

La mejoría de las técnicas de HD junto a la disminución de la mortalidad prolonga

el tiempo de permanencia del paciente en diálisis, pero esto a su vez conlleva posibilidad de fallos, complicaciones y agotamientos de los sucesivos AVs realizados.

Las guías de la Sociedad Española de Nefrología (SEN) y los consensos de la Sociedad Española de Diálisis y Transplante (SEDYT) recomiendan derivar el paciente al nefrólogo cuando el $\text{FGe} < 30 \text{ ml/min./1,73 m}^2$, o incluso de forma más precoz, si el paciente presenta un rápido deterioro de la función renal, definido como la reducción del $\text{FGe} > 5 \text{ ml/min./1,73 m}^2$ por año o $> 10 \text{ ml/min./1,73 m}^2$ por cinco años.

La derivación precoz de los pacientes a las unidades de Nefrología conlleva muchas ventajas en su tratamiento y sin duda una de ellas es la creación del AV para HD con la antelación suficiente para su maduración y posterior utilización. Los pacientes tratados por las unidades o los servicios de nefrología durante un tiempo superior a un mes, tienen más posibilidades de iniciar HD a través de un AV definitivo, evitando así la colocación de un CVC que incrementaría su ya de por sí alta morbimortalidad.

TIPOS DE ACCESOS VASCULARES

El AV ideal debe reunir varios requisitos: permitir el acceso seguro y repetido al sistema vascular del paciente, capacidad de

ser puncionado de forma segura y reiterada, proporcionar flujo suficiente para administrar la dosis de HD y carecer de complicaciones o presentar una baja incidencia de ellas. Además, debe ser aceptable para el paciente desde el punto de vista estético y funcional, fácil de monitorizar, y con la mayor permeabilidad a largo plazo posible.

Existen 3 tipos de AV: fístula arterio-venosa (FAVI) autóloga, conexión directa entre una arteria y una vena periférica, sirviendo la longitud de esta para la canulación; AV protésicos (PAV), interposición de un injerto entre una arteria y una vena nativas, utilizándose la longitud de este injerto para la canulación; y el catéter venoso central (CVC), que se introduce en una vena yugular, subclavia o femoral.

Como criterio general, el AV debe ser lo más distal posible, para permitir futuros accesos más proximales, empleo preferente de la extremidad no dominante y preferencia por la creación de un AV autólogo antes que el protésico: «*primero fístula*».

El CVC permanente debe utilizarse únicamente como última opción, una vez agotadas las anteriores y se debe evitar la utilización de la extremidad inferior. El CVC transitorio se limita a pacientes agudos, pacientes crónicos sin AV utilizable y que requieren HD por vía temporal hasta la maduración o creación de uno nuevo y finalmente, pacientes en cualquier técnica de diálisis que requieren acceso temporal por fracaso de la vía habitual.

Recomendaciones para preservar la red venosa

Advertir al paciente sobre su importancia
 Rotar los lugares de punción venosa
 Evitar punciones y vías periféricas en venas cefálicas
 Aumentar las punciones en las manos
 Maximizar técnicas de bajo consumo plasmático (capilar, seca)
 Evitar catéteres subclavios y yugulares
 Ejercicios isométricos para el desarrollo venoso superficial

Todas las guías coinciden en dos principios básicos para disminuir la morbimortalidad asociada a los AVs para HD:

1. incrementar el porcentaje de FAVIs realizadas en periodo prediálisis y
2. disminuir el uso de CVC ya que se relacionan de forma directa con el incremento de morbimortalidad en los pacientes en hemodiálisis.

FAVIs AUTÓLOGAS

La existencia de un lecho vascular intacto es un requisito previo para la creación del AV ideal, premisa que puede verse afectada en la población que inicia HD (edad, sexo, diabetes, dislipemia, HTA, obesidad, etc.). Estos mismos factores van a condicionar, no solo la creación del primer AV, sino además su maduración y su función a corto y largo plazo. Por este motivo es esencial preservar las venas de un paciente renal crónico, evitando las venoclisis repetidas y utilizando en caso necesario las venas del dorso de la mano.

El CVC puede ocasionar una estenosis en la vena en la que se implanta, por ello es importante limitar su empleo y si este ha tenido lugar, documentar sus localizaciones para descartar una estenosis y elegir otra extremidad para la construcción del AV.

La FAVI nativa debe construirse lo más distalmente posible que se pueda, para aprovechar el lecho vascular e ir recurriendo a territorios proximales a medida que fallen o se agoten éstos. A corto y largo plazo se ha mostrado como el AV ideal. Sin embargo, es el AV que requiere generalmente un mayor período de maduración, por lo que su creación debe planificarse con suficiente tiempo y requiere una cuidadosa evaluación preoperatoria.

EVALUACIÓN PREOPERATORIA PREVIA A CREACIÓN DE FAVI EN CONSULTA

En principio, no hay contraindicación absoluta para la construcción de FAV.

Para optimizar el manejo de los pacientes en ERCT es fundamental un AV en condiciones y una HD de calidad. Lo primero es requisito indispensable para lo segundo, de manera que tenemos dos objetivos principales: Incrementar la realización de fístulas nativas y detectar precozmente la disfunción del AV antes de que deje de ser útil.

En general, en consulta preoperatoria de AVs se debe tener en cuenta:

- Factores de riesgo de fracaso inicial para el desarrollo de FAV: Antecedentes de CVC, marcapasos, insuficiencia cardíaca congestiva, diabetes, arteriopatía periférica.
- Factores predictivos relacionados con la maduración de la FAVI: sexo femenino, edad

avanzada, diabetes, enfermedad cardiovascular; existencia de AV previo, presión arterial sistólica < 85 mmHg, IMC elevado, presencia de CVC, tiempo de permanencia del CVC superior a quince días, Hb < 8.

- Evaluación del pulso arterial distal (radial y cubital).
- Examen red venosa superficial desde la muñeca hasta el pliegue del codo o más proximalmente, con torniquete en el brazo.
- Inspección local: Cicatrices, infecciones, edema, circulación colateral, punciones venosas, déficits motores o sensitivos, grosor de la piel y grasa subcutánea.
- Test Allen y Medición TA en ambas EESS.
- Eco-Doppler. Parámetros ecográficos a medir y que son predictivos: Índice de resistencia (RI) (TEST HIPEREMIA) <0.7, Diámetro interno arteria radial >1.6mm, Diámetro vena céfalica muñeca > de 2,5 mm y céfalica brazo superior > 3 mm.

VALORACIÓN	IMPLICACIÓN
Historia clínica	Comorbilidad
- Edad/sexo	- Riesgo de fracaso de AV distal
- Presencia DM	- Calcificación vasos distales
- Obesidad	- Acceso red venosa
- Historia vascular	- Indicador de microangiopatía
- Enfermedad cardíaca	- Asociada a fracaso AV inicial
- Insuficiencia cardíaca	- Condiciona utilización CC
- Cirugía torácica/marcapasos	- Estenosis/trombosis
- CC previos	- Estenosis/trombosis
- Enfermedades malignas	- Empleo CC larga duración
- Esperanza de vida corta	- Empleo CC larga duración
- Trastornos hemostasia	- Tratamiento específico previo
- Edema brazo	- Repermeabilización vasos centrales
- Selección brazo no dominante	- Influencia en calidad de vida
- Fracasos AV anteriores	- Planificación esmerada AV
Examen físico	Comprende ambas EESS
- Inspección local	- Cicatrices/infecciones
- Circulación colateral/tejido subcutáneo	- Edema/punciones venosas
- Palpación	- Examen de red venosa con torniquete
- Medición TA ambas EESS	- Presencia de pulsos arteriales
- Auscultación arterias	- Test Allen. Detecta estenosis arteriales
	- Detección estenosis

TIPOS DE FAVIs

La preferencia por la FAVI sobre todos los demás AV se debe a sus ventajas funcionales, a la baja tasa de complicaciones que presentan, a que requieren menos intervenciones secundarias, los costes de implantación y mantenimiento son menores, tienen una tasa inferior de infecciones y se relacionan con un incremento de la supervivencia y menor número de ingresos hospitalarios.

Pero presenta desventajas potenciales: la vena utilizada puede tener un desarrollo insuficiente o ser difícil de canular, los flujos que aporta pueden no ser adecuados para HD, su tiempo de maduración es de uno a cuatro meses y las venas hipertrofiadas pueden provocar problemas estéticos en algunos pacientes.

- a) Radió-cefálica, laterolateral o lateroterminal. Es el AV ideal que condiciona el futuro del paciente en HD. Puede hacerse en tabquera anatómica o tercio distal del antebrazo. Las ventajas de la primera es que en caso de malfunción puede reconvertirse en una nueva FAV más proximal, con vasos ya dilatados. Son las FAV de primera elección por ser los de mayor supervivencia y con menos complicaciones. También son de primera indicación en niños donde se deben emplear técnicas microquirúrgicas. Su principal desventaja es el fracaso precoz que, no obstante, se acepta en las guías clínicas ya que se trata de una cirugía con poca morbilidad y un extraordinario beneficio.
- b) En fosa antecubital (pliegue del codo), de preferencia humerocefálica o con mediana del antebrazo, laterolateral o lateroterminal. Si no se puede realizar la FAVI radio-cefálica ni humero-cefálica, se procederá a utilizar la vena basilica, obligando en ocasiones posteriormente a la transposición o superficialización de dicha vena, una

vez madurada, para hacerla accesible a la canulación. Presentan, en general, una mayor tasa de síndrome de robo.

En general se debe adoptar una secuencia de creación del AV según la tabla:

1	Fistula radiocefálica en brazo no dominante
2	Fistula radiocefálica en brazo dominante
3	Fistula humerocefálica en pliegue antecubital en brazo no dominante
4	Fistula humerocefálica en pliegue antecubital en brazo dominante
5	Fistula con PTFE en antebrazo no dominante
6	Fistula con PTFE en antebrazo dominante
7	Fistula con PTFE en brazo no dominante
8	Fistula con PTFE en brazo dominante
9	Transposición de vena basilica con anastomosis a arteria braquial en cualquier brazo
10	Fistula con PTFE entre arteria femoral y vena safena
11	Catéter de doble luz tunelizado

MONITORIZACIÓN DE LA FAVI (DETECCIÓN DE DISFUNCIÓN DEL AV)

- a) Maduración. Una fistula MADURA debe tener un mínimo de 6 mm de diámetro, estar a menos de 6 mm de profundidad y ser evaluada a las 6 semanas después de la creación.
- b) Inspección del trayecto venoso, existencia de hematomas, aneurismas, pseudoaneurismas, edema, frialdad del miembro, enrojecimientos, puntos purulentos. Palpación del *thrill* del AV en la anastomosis y en todo el trayecto venoso. Un *thrill* débil, y la palpación de un pulso discontinuo y saltón son signos de estenosis. Auscultación: En los AV se ausculta un soplo continuo en la

anastomosis y suave que progresivamente disminuye en intensidad. Una disminución de intensidad del soplo se relaciona con estenosis a nivel de la anastomosis.

- c) Dos signos clínicos: 1-La maniobra «de aumento del pulso» permite diagnosticar con alta sensibilidad las estenosis post-anastomóticas (INFLOW). La presencia de un pulso saltón no es normal a la altura de la anastomosis, si al presionar la FAV en una zona más proximal el pulso no se modifica en la anastomosis esto indica estenosis grave, si el pulso aumenta no suele haber estenosis. 2- Ausencia de colapso de FAV por encima de la zonaestenótica cuando el brazo está elevado (Estenosis OUTFLOW).
- d) Control durante la sesión de HD: Dificultad en la canulación del AV, cambios de la presión arterial prebomba con respecto a los valores en sesiones anteriores (más del 25 % o superiores a -250 mmHg), Imposibilidad de mantener los flujos de sangre Q_b prescrito habituales en 3 sesiones consecutivas, aumento de la presión venosa (patológico cuando es > de 150 mmHg con Q_b mayores de 200 y aguja G15 para AV nativas o cuando es mayor de 200 mmHg en AV-PTFE). Tiempo de coagulación aumentado tras la retirada de las agujas en ausencia de coagulopatías o exceso de anticoagulación. CONTROL PERIÓDICO DE LA DOSIS DE DIÁLISIS.
- e) Recirculación del AV. Aparece en dos condiciones: Cuando existe una obstrucción en el retorno venoso (estenosis distal a la aguja arterial) o cuando el flujo del AV (Q_a) es menor al flujo de la bomba (Q_b) de la máquina de diálisis. Es marcador de disfunción tardío.
- f) Medición del flujo del AV. La medición directa del flujo del AV (Q_a) es un método

efectivo en la detección de estenosis, tanto en FAVI nativas como en prótesis. Valores < de 600 ml/mn ó de 650 ml/mn, o reducciones superiores a un 15% con respecto a valores previos, se relacionan con un mayor riesgo de trombosis y serían indicación de un estudio de imagen.

FAV PROTÉSICAS (PAV)

Pueden ser el primer acceso vascular en pacientes con un inadecuado sistema venoso superficial o como segunda opción tras la trombosis de FAV autólogas previas.

Estos presentan una serie de ventajas si los comparamos con las FAVI: Presentan una mayor superficie para la punción, técnicamente, pueden ser más fáciles de canular, existen muchas posibilidades anatómicas para su colocación, para el cirujano experto son de fácil implantación y las anastomosis vasculares son relativamente sencillas, permiten tanto su reparación quirúrgica como endovascular.

Las prótesis, sin embargo, presentan una serie de inconvenientes comparadas con las FAVI, entre las que destacan: mayor número de complicaciones trombóticas y mayor necesidad de cirugía reparadora, mayor probabilidad de infección e incremento del coste.

En principio tan sólo se necesita una arteria donante y una vena de retorno, por lo tanto el abanico de posibilidades es muy grande y depende de la imaginación del cirujano indicación y localización del injerto. El material más utilizado y cuyos resultados han sido más contrastados son las prótesis de distintos calibres de PTFE. Como en el caso de las FAVs autólogas su construcción se intentará que sea lo más distal posible, sabiendo que cuanto más distal sea mayor será el riesgo de fallo precoz y cuanto más proximal el de isquemia.

Las configuraciones y localizaciones más utilizadas para las PAVs son:

1. Antebrazo: utilizan el sistema venoso del pliegue del codo para el retorno, siendo el más adecuado el que depende de la vena basílica, aunque en ocasiones se pueden utilizar las venas humerales si tienen buen calibre (Radio-basílica recta o húmero-basílica en asa o «loop»).

2. Brazo: Húmero-axilar o húmero-basílica recta o en loop, Axilo-axilar en asa o *loop* si la disección de la arteria humeral es compleja por cirugías previas.

CATÉTERES VENOSOS CENTRALES (CVC)

Los CVC son los AV de última elección, Sin embargo, también tienen sus indicaciones:

- Deben ser implantados ante la imposibilidad de reparación precoz del AV definitivo o bien cuando la reparación del acceso ha fracasado y se está a la espera de la creación de un acceso vascular nuevo y su posterior maduración.
- En pacientes que han presentado una evolución muy rápida de la insuficiencia renal y no ha dado tiempo a la realización de FAVI.
- En pacientes no conocidos que se presentan con una insuficiencia renal crónica terminal, con necesidad de diálisis urgente.

Cuando se prevé que el paciente necesitará el CVC por un periodo de tiempo superior a 2-4 semanas, se recomienda la colocación de un CVC tunelizado o permanente. Si el tiempo que el paciente necesita ser portador del catéter es inferior a las cuatro semanas, se puede optar por la colocación del CVC percutáneo o provisional.

COMPLICACIONES DE LA FAV

Se pueden distinguir entre Agudas y Crónicas.

Agudas: ocurre en horas hasta días post-intervención quirúrgica.

1. Trombosis: Evitar hipotensión durante la fase de maduración, presencia de CVC a nivel de subclavia en el mismo brazo o compresión extrínseca (ropa apretada o dormir encima del brazo). El tratamiento es la trombectomía quirúrgica.

2. Hemorragia: si es posible demorar HD 24-36h después de la cirugía. Tratar mediante sutura directa. No utilizar vendaje compresivo. En ocasiones se requiere la ligadura.

3. Hematoma sin hemorragia activa a nivel de la sutura, no compromete la funcionalidad de la FAV (Monitorización de thrill). Si el hematoma es grande y sin thrill, drenar el hematoma, repermeabilizar FAV y recuperar el thrill. Si hay hematoma con sangrado explorar quirúrgicamente.

Crónicas. Las más habituales son: Estenosis, Trombosis, Aneurisma arterial o venoso, Pseudoaneurisma y Síndrome de Robo.

Estenosis, trombosis y síndrome de robo requieren tratamiento activo. Los aneurismas y pseudoaneurismas requieren tratamiento en función del tamaño, compromiso de la FAVI, problemas estéticos o infecciosos, etc.

1. Síndrome de robo: hipoperfusión arterial distal de la extremidad debido a derivación del flujo arterial hacia la FAVI. Se puede producir por estenosis arterial distal a la anastomosis, por flujo retrogrado si el diámetro de la FAV es mayor al diámetro de la arteria, y por arteriopatía distal. El tratamiento se debe basar en la fisiopatología del robo. Hay distintas opciones técnicas: Ligadura de la FAV y la pérdida de acceso, Angioplastia en caso de la enfermedad de la arteria proximal, Banding

para aumentar la resistencia de la fístula, Revascularización distal (DRILL).

2. **Estenosis de FAV.** Pueden localizarse en la zona de anastomosis o en las venas de salida. Estenosis significativa: Una reducción de diámetro > 50%, con disminución del flujo de acceso o de salida. La causa más común es la hiperplasia de la íntima. La angioplastia es la primera opción de tratamiento. Uso de balones convencionales o de alta presión. También se puede utilizar stent en estenosis residuales post angioplastia. La estrategia debería individualizarse, teniendo en cuenta la condición del paciente en relación a la cirugía.

3. **Estenosis de PAV.** Puede ser tratada con éxito con angioplastia.

4. **Trombosis de FAV o PAV.** Deben ser tratadas, por Rx intervencionista o cirugía.

Debe ser considerada como una urgencia y el procedimiento de rescate debe realizarse de forma inmediata o al menos antes de 24-48 horas. Tras la trombectomía o trombolisis ha de realizarse una fistulografía para la detección de posibles estenosis como causa de la trombosis. Un proceso inflamatorio infeccioso a nivel del AV es una contraindicación absoluta para trombectomía.

OTRAS COMPLICACIONES

1. **Infección del AV:** Prevención: medidas higiénicas de lavado de manos y desinfección de la piel. Infección localizada de un punto de punción de la FAV nativa: recoger cultivos y Ab durante 2 semanas. Infección extensa de FAV nativa con fiebre y síntomas generales: Tratamiento antibiótico entre 4-6 semanas. Resección de la FAV si hay embolismos sépticos. Infección subcutánea o localizada de la prótesis: antibióticos 2 semanas y valorar resección del segmento infectado de

la prótesis. La infección extensa de una prótesis vascular antibióticos 6 semanas y resección total de la prótesis.

2. **Síndrome hiperdinámico:** Es consecuencia de flujo excesivo sanguíneo de la FAV, con sobrecarga de volumen del lado derecho del corazón e insuficiencia cardíaca. Es complicación rara. Se asocia más con el uso de la arteria braquial. El objetivo del tratamiento quirúrgico es disminuir el flujo a través de la fístula.

3. **Edema de extremidad:** Es una complicación frecuente, transitoria y disminuye cuando las colaterales se desarrollan y mejora el flujo de salida. Aparece cuando hay obstrucción del flujo por estenosis de vena central provocada por catéter permanente o por hiperplasia neointimal que causa hipertensión venosa. Si la hipertensión no desaparece, aumenta la estasis venosa: edema, pigmentación y ulceración con circulación venosa colateral muy desarrollada. El tratamiento consiste en reparación el flujo de salida de la FAV mediante angioplastia o incluso ligadura de la misma.

ACCESOS VASCULARES DE RECURSO, EXCEPCIONALES, HEROICOS O EXÓTICOS

Una vez realizados y agotados aquellos AV que podemos denominar «convencionales» el cirujano vascular debe acudir a otros que se han denominado en la literatura como «no convencionales», terciarios, de recurso, de localización excepcional, heroicos y exóticos. Se trata de pacientes a los que ya se han practicado FAVs o PAVs en repetidas ocasiones y en todos los lugares posibles en extremidades superiores e inferiores, que han fracasado por uso continuado.

En la mayoría de estos casos concurre también:

- la oclusión o repermeabilización postoclusión de venas yugulares, subclavias, troncos innominados y ejes venosos femoroilíacos, que ocasionan hipertensión venosa por dificultad de drenaje —y que dan lugar a fracaso de los AV convencionales— producida por la implantación de catéteres temporales para HD.
- perfusiones terapéuticas necesarias en momentos de agravamiento de la enfermedad para su supervivencia a lo largo de su evolución.
- que no son susceptibles de diálisis peritoneal ni candidatos a trasplante.

Ante este estado del sistema vascular y con una situación general deteriorada, surge la realización in extremis de la última oportunidad técnica para prolongar la supervivencia de estos pacientes.

No existen series largas o estudios prospectivos de estos tipos de AVs, por lo que son publicados únicamente de forma anecdótica o como casos únicos. Estas situaciones extremas deben analizarse de forma individualizada, para valorar las posibles técnicas alternativas y contraponer el riesgo quirúrgico, la calidad de vida y la duración de los AVs, ya que no hay protocolo que cubra todas las alternativas posibles. Pero eso no obsta para que el cirujano vascular deba conocerlos y poderlos realizar si el paciente lo precisa.

AVS ARTERIOVENOSOS EN MIEMBRO SUPERIOR

- Trasposición de vena femoral superficial al brazo, para construir una FAV entre arteria humeral y vena axilar o subclavia. También se puede utilizar vena safena en esa posición, o si la longitud o calibre es insuficiente, aprovechar tramos de vena safena y vena femoral superficial.
- Interposición de injertos de PTFE o Dacron para rescatar AVs en miembro superior para derivar a vena axilar o subclavia proximal, e incluso a vena yugular interna cuando no existe otra posibilidad, ya sea aprovechando AV previamente creados y disfuncionantes o traslocando venas de calibre o longitud insuficientes para poder superficializar.
- Dispositivo mixto formado por injerto de PTFE y catéter endovenoso (Hero). El PTFE se anastomosa a nivel humeral, el dispositivo de tuneliza superficialmente en el brazo y finaliza con un catéter central que se introduce por vena yugular interna.

AVS ARTERIOVENOSOS EN MIEMBRO INFERIOR

El miembro inferior no debería ser el lugar habitual de creación de AVs, ya que es más incómodo a la hora de deambular o sentarse, es más complicado para punción y puede empeorar situaciones de isquemia arterial latentes.

- Utilización de vena femoral superficial o vena safena, o ambas a la vez para completar calibre y longitudes de AV suficientes. Las venas se liberan, ligando todos los afluentes y se superficializan, manteniendo su desembocadura natural proximal a nivel de la ingle. La anastomosis distal se realiza habitualmente en la arteria femoral superficial distal. Los trayectos del AV trascurren en cara anterior o lateral del muslo.
- Cuando las venas no tienen longitud suficiente, se puede interponer un injerto de PTFE como cabo arterial anastomosado proximalmente a la arteria femoral para conseguir un lazo subcutáneo de buena longitud.
- Otro AV descrito es el que se realiza distalmente a nivel del tobillo, anastomosando la vena safena a la arteria tibial posterior. Se

consigue un AV de gran longitud y bastante superficial.

- Cuando no existe la posibilidad de conseguir venas a nivel de muslo o pierna, se utiliza PTFE interpuesto entre arteria femoral (común, superficial o profunda) y las venas femoral superficial o safena interna. El trayecto del AV discurre superficialmente por el muslo y ambas anastomosis se realizan a nivel proximal en la ingle. También está descrito el injerto arteriovenoso cruzado femorofemoral entre ambas ingles.

AVS ARTERIOVENOSOS EN PARED ANTERIOR DEL TÓRAX

La pared anterior y superior del tórax es un sitio excelente para la creación de un AV. Los diámetros de arterias y venas axilares y subclavias son grandes, y cuentan con alto flujo arterial y de drenaje por la proximidad del corazón. Para la construcción del AV se usa habitualmente como material protésico el PTFE interpuesto entre arteria y vena por debajo de la clavícula que se tuneliza superficialmente en forma de lazo unilateralmente. También se puede construir el AV entra arteria y vena axilar contralateral, con un trayecto largo y superficial en forma de collar (Necklace).

A este nivel, las configuraciones del AV, una vez conseguida la anastomosis en la arteria axilar e incluso humeral, pueden llevar el cabo venoso del PTFE a vena axilar, subclavia, humeral y yugular, tanto ipsilateral como contralateral (33).

AVS ARTERIO-ARTERIALES

Cuando es imposible la creación de un acceso arteriovenoso, están descritos los AV para arterioarteriales. Esto supone la interposición de un injerto protésico entre dos cabos

arteriales proximal y distal para construir un lazo que discurre superficialmente en el subcutáneo de pared anterior de tórax o muslo, fácilmente puncionables para establecer el circuito de HD y que a la vez mantenga la perfusión del miembro a través de la arteria en cuestión. Los lugares de realización son axilo-axilar y fémoro-femoral.

Este tipo de AVs, en caso de infección o trombosis, pondrían en riesgo la extremidad a la que prefunden, ya sea por isquemia o sepsis, y su retirada podría ocasionar serio riesgo de pérdida de extremidad.

AVS ARTERIOVENOSOS DE CONFIGURACIÓN EXCEPCIONAL, HEROICOS Y EXÓTICOS

Aunque están descritos en la literatura, por la escasa experiencia, el riesgo de complicaciones y su evolución desconocida, se deberían utilizar sólo en casos desesperados y en pacientes muy seleccionados, siempre tras agotar las posibilidades de AV convencional

- AV con injerto protésico, entre arteria axilar y vena iliaca externa o vena cava inferior. La prótesis discurre superficialmente a lo largo de la pared anterior de tórax y abdomen, hasta introducirse en el retroperitoneo para anastomosarse a venas femorales, iliacas o cava inferior. También está descrito este tipo de AV con anastomosis a vena renal e incluso a vena poplítea en cara interna de muslo
- En ocasiones el injerto protésico aprovecha un AV funcionante en el miembro superior pero con drenaje defectuoso, que se deriva en esta ocasión a vena iliaca o femoral. Es decir, se interpondría como injerto veno-venoso.
- AV arteriovenoso AORTOCAVA. Mediante acceso oblicuo retroperitoneal bilateral,

se interpone un injerto protésico entra la aorta infrarrenal y la vena cava inferior, con trayecto subcutáneo por pared anterior de abdomen.

- Para mantener un AV construido entre arteria y vena femoral superficial esta descrita la trasposición de injerto protésico de que deriva a vena cava suprarrenal o a vena renal. O para construir un AV fémoro cavo suprarrenal.
- AV arteriovenosos con drenaje directo en aurícula derecha o atriales. Se realizan habitualmente con PTFE. El cabo arterial se anastomosa en arteria femoral derecha, discurrendo el trayecto del AV superficialmente por pared lateral de abdomen y tórax para introducirse intercostalmente hasta su anastomosis proximal en orejuela o aurícula derecha. El cabo arterial también puede anastomosarse en arteria axilar o subclavia para formar un lazo superficial en el brazo y pared anterior de tórax antes de introducirse intercostalmente hasta su anastomosis en aurícula derecha.
- Cuando se trata de preservar un AV funcionante en el miembro superior, pero con problemas de drenaje venoso por trombosis o deterioro, puede establecerse un bypass entre el AV funcionante directamente a aurícula derecha.

AVS EXCEPCIONALES O HEROICOS MEDIANTE CATÉTER

Más allá de la cateterización habitual de venas axilares, subclavias, yugulares o femorales, a veces es necesario emplazar el catéter para HD en localizaciones excepcionales. Usando «ports» o reservorios similares a los usados para quimioterapia, dobles, uno de los cuales se usa como puerto arterial y el otro como puerto de retorno venoso. Con catéter

transhepático, para ganar a través de las venas suprahepáticas el acceso a aurícula derecha. Por cateterización directa de vena cava inferior por punción traslumbar o cateterización compleja por colaterales para ganar acceso a vena cava superior a través del circuito de venas ácigos. En situaciones desesperadas, con nulas posibilidades de construir un AV puede ganarse el AV introduciendo el catéter de HD a través de una toracotomía directamente en aurícula derecha e incluso utilizarse la cateterización intracardiaca por catéter intraarterial o intraaórtico directo

CONCLUSIONES

La prevalencia de pacientes que precisan tratamiento renal sustitutivo ha alcanzado 1.000 pacientes/millón de habitantes y de éstos casi la mitad están en programas de HD. El grupo de edad que ha registrado un mayor incremento porcentual es el de pacientes mayores de 75 años (8,5% en 1992 y 40% en la actualidad). En este grupo, la mayoría de los pacientes se trata mediante HD y pocos cambian de técnica a lo largo de su vida.

Por otra parte, la disfunción y/o trombosis del AV ocasionan el mayor consumo de recursos en la población con ECRT y representan una de las principales causas de morbilidad, hospitalización y coste en los enfermos tratados con HD, existiendo una relación clara con el tipo de AV.

Un cirujano dedicado y comprometido con el AV para HD, familiarizado con los principios básicos de la HD y los problemas de los pacientes en programa de HD, con interés, experiencia y habilidades técnicas en realizar *todos* los procedimientos quirúrgicos requeridos, es el determinante mayor para que un AV funcione y tenga la duración deseada.

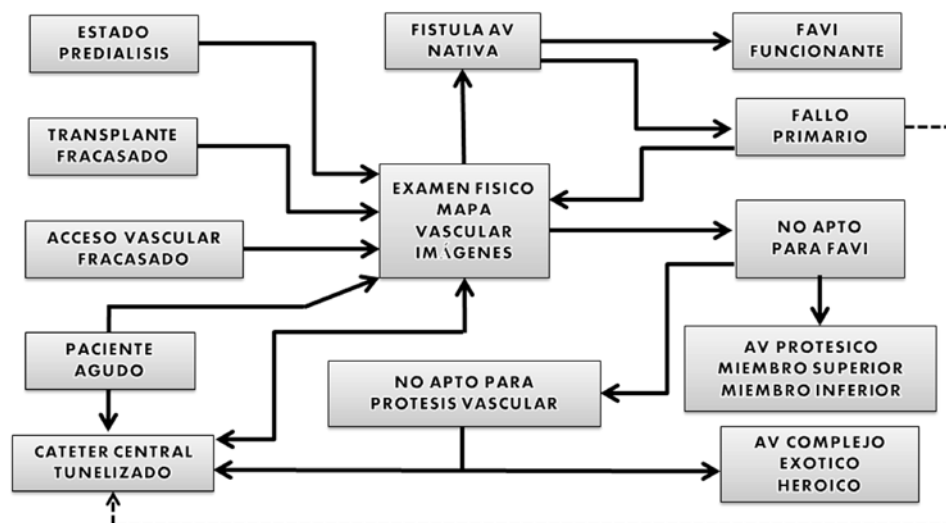
La calidad de vida de estos pacientes depende primordialmente de la calidad de la HD y en evitar las complicaciones derivadas

de los AVs. Conociendo todos estos aspectos, el cirujano vascular participaría más en el tratamiento global de la ECRT, adquiriendo un papel de primera línea, y no secundario, como puede parecer en la actualidad y es clave también en variar la dinámica existente de exceso de CVCs. Es muy importante que el cirujano vascular esté integrado en un equipo multidisciplinario. Su actividad es fundamental para la obtención de un AV permanente funcionando y tiene que estar implicado tanto en la intervención electiva como sobre las complicaciones que puedan surgir

(estenosis, rescate urgente del AV posterior a la trombosis, etc.).

Para planificar AVs complejos es fundamental disponer de un «mapa vascular», tanto arterial como venoso, de todos los pacientes afectados de ERCT. Además de la exploración física y otras pruebas «no invasivas», se requieren con frecuencia angiografías y flebografías seriadas en casos complejos.

Se puede tener en cuenta el algoritmo propuesto por Akoh para el abordaje de los pacientes que precisan la creación y tratamiento posterior de AVs:



RESUMEN

1. La FAVI autóloga es el AV permanente de elección para el paciente que precisa hemodiálisis, salvo excepciones puntuales.
2. Tras la exploración física oportuna, se deberá realizar en la zona más distal posible de la extremidad superior.
3. Que el paciente conozca su propio AV, a través de la adecuada información, contribuye a la mejor conservación de éste.
4. El personal de enfermería debe valorar antes de cada diálisis el funcionamiento del AV, por lo que es imprescindible conocerlo y cuidarlo.
5. Debe utilizarse una técnica de punciones escalonadas para minimizar el daño de la pared del AV, disminuir la incidencia de hematomas y el riesgo de complicaciones.
6. Es importante detectar precozmente disfunciones del AV y efectuar las exploraciones complementarias necesarias para diagnosticar su origen.

7. Los catéteres deben restringirse a los casos de urgencia y/o necesidad durante un corto período.
8. La trombosis de un AV tiene criterios de urgencia y debe ser valorada por un cirujano vascular con vistas a una posible intervención precoz.
9. Salvo casos excepcionales, sólo se utilizarán AV protésicos cuando se consideren agotados los autólogos.
10. El catéter permanente debería quedar reservado a la imposibilidad de obtener un AV autólogo o protésico.
11. La medición de flujo suele efectuarse por métodos de dilución, aunque existen variaciones entre las distintas unidades.
12. Si se detectan alteraciones hemodinámicas en el AV, se deberá hacer una prueba de imagen y tratar la lesión precozmente con cirugía convencional o técnicas endovasculares.
13. No hay suficientes datos que avalen el uso de fármacos antiagregantes ni anti-coagulantes para prolongar la permeabilidad de las FAVIs, si bien en AV protésicos podría plantearse la antiagregación.
14. En los catéteres la antiagregación sistemática no se ha mostrado útil. Se recomienda una manipulación cuidadosa y sellado con heparina.
15. Puede efectuarse tratamiento trombolítico si han transcurrido menos de 48 h desde la obstrucción del AV.
16. La exploración clínica de las FAVI puede ser suficiente para diagnosticar su infección. En AV protésicos pueden precisarse exámenes complementarios.

17. Para el diagnóstico de infección en los catéteres se recomienda la realización de hemocultivos comparados en sangre periférica y del propio catéter.
18. El tratamiento de las infecciones de los AV requiere el conocimiento del germen causal y su antibiograma cuando sea posible. Mientras tanto, el tratamiento empírico, dada la prevalencia de *Staphylococcus aureus*, debe iniciarse con vancomicina.

BIBLIOGRAFÍA

- Akoh JA, Hakim NS. *Dyalisis Access: Current Practice*. London 2001. World Scientific Publishing.
- Akoh JA. Managing patients with problematic access sites. *European Nephrology*, 2011;5:49-55.
- Antón-Pérez G, Pérez-Borges P, Alonso-Almán F, Vega-Díaz N. Accesos vasculares en hemodiálisis: un reto por conseguir. *Nefrología* 2012;32:103-7.
- Barbosa F. Indicación del acceso vascular desde el punto de vista nefrológico. En: *Manual de Accesos Vasculares*. Gonzalez Alvarez MT, Martínez Cercos R, Eds. Marge Books 2010. ISBN: 9788492442911.
- Fernández-Heredero A, Martínez-Aguilar E, March-García JR, Acín-García F. Momento idóneo de creación del acceso vascular desde el punto de vista técnico. *Estrategia y su escalonamiento. Angiología* 2005;57 (Supl 2): S47-54.
- Gómez Campderá F, Polo JR. Larga vida al acceso vascular permanente para hemodiálisis. *Nefrología* 2004; 24:97-102.
- Jimenez Almonacid P. Fistulas arteriovenosas para hemodiálisis. Doi: 10.3265/Nefrologia.2010.publ.ed80.chapter2813.
- Martínez-Cercós R, Foraster A, Cebollada J, Álvarez-Lipéd R, Sánchez-Casajús A, Sánchez Casado E. Consensos accesos vasculares para hemodiálisis. *Dial Traspl.* 2008;29:226-35.
- Rodríguez-Hernández JA, González-Parra E, Gutiérrez-Julián JM, Segarra-Medrano A, Almirante-Gragera B, Martínez-de Merlo MT et al. *Guía de Acceso Vascular en Hemodiálisis. Angiología* 2005;57:119-207.
- Sociedad Española de Nefrología. *Guías de acceso vascular en hemodiálisis. Nefrología* 2005;25(Supl 1):1-174.

Organización de una unidad multidisciplinaria de accesos vasculares

ISRAEL LEBLIC, ÁLVARO FERNÁNDEZ-HEREDERO, STEFAN STEFANOV
Y RAFAEL SÁNCHEZ-VILLANUEVA*

Servicio de Angiología y Cirugía Vasculard. Hospital La Paz. Madrid. España

* Servicio de Nefrología. Hospital la Paz. Madrid. España

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La prevalencia de la enfermedad renal no ha dejado de crecer en España en la última década, pasando de 1.001 pacientes por millón de población en 2006, a 1.211 en 2015, un incremento de 200 pacientes por millón de población, según el Registro de la Sociedad Española de Nefrología (S.E.N.). Alrededor de 50.000 pacientes en nuestro país están recibiendo algún tipo de tratamiento renal sustitutivo (TRS). En la comunidad de Madrid se estima un aumento de la población que requiere TRS en 800 personas/año.

Según datos de la SEN el 80 % de los pacientes comienza el TRS mediante hemodiálisis mientras que el 10% lo hace con diálisis peritoneal y el 1% con transplante renal.

El talón de Aquiles de la hemodiálisis es conseguir un acceso vascular adecuado para realizar el tratamiento. En nuestro medio (1) el inicio de la HD se realiza en más del 50 % de los casos mediante un catéter venoso central (CVC), el 40 % mediante una FAV autóloga (FAVn) desarrollada y el 10 % mediante una FAV protésica (FAVp). En el caso del H.U. La Paz el porcentaje de pacientes que fueron valorados en la Unidad de Accesos Vasculares en los 6 meses previos al comienzo de la TRS que comenzaron HD con un acceso vascular (AV) funcionando fue del 64 % frente al 36 % que lo hicieron con un catéter.

De las tres modalidades de AV disponibles, FAVn, FAVp y CVC, las fistulas nativas han demostrado ser el acceso óptimo por su menor tasa de complicaciones infecciosas y trombóticas así como mayor duración. Sin embargo **no es posible considerar el AV de forma aislada del paciente** y de su contexto personal y médico. En la recomendación 1.3.1 de la Guía Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis (2) se sugiere «No decidir teniendo en cuenta aisladamente ningún factor clínico o sociodemográfico, ni ningún modelo de predicción de riesgo. Se recomienda que la decisión se base en una evaluación global de la historia clínica, del examen físico vascular y de la ecografía preoperatoria de cada paciente y en sus preferencias individuales». Esto quiere decir que es necesario conocer tanto las posibilidades quirúrgicas como la situación funcional del paciente, morbilidad, progresión esperable de la enfermedad renal, características sociodemográficas y preferencias personales...

Hay que tener en cuenta que desde que se plantea la entrada en HD de un paciente hasta que ésta se lleva a cabo de forma efectiva se mezclan varias especialidades y campos de actuación.

En primer lugar el propio paciente quien puede mostrar preferencia por una técnica de TRS u otra. El nefrólogo encargado de la consulta de enfermedad crónica renal avanzada (ERCA) que debe orientar al paciente en su

toma de decisión sobre las características de cada TRS así como, el nefrólogo encargado de la sala de HD. El cirujano vascular encargado de realizar el AV. Y el personal de enfermería que lo atiende primero en la consulta y luego en la sala de HD.

Es en esta valoración global del paciente donde adquiere más relevancia el abordaje

multidisciplinar del paciente, tanto desde el punto de vista del cirujano como del nefrólogo y el personal de enfermería de la consulta de ERCA y de la sala de hemodiálisis. La información y el punto de vista que aporta cada uno son únicos y altamente especializados y al ponerse en común permitirán elegir un AV óptimo en cada caso.

FUNCIONES DE UN EQUIPO MULTIDISCIPLINAR DE AV
Establecer protocolos de actuación consensuados.
Gestionar la lista de espera para la intervención sobre el AV.
Decidir el tipo, localización y <i>timing</i> de construcción del AV permanente según el resultado del mapa vascular.
Seguimiento del AV permanente en la consulta de ERCA desde su construcción hasta el inicio de su punción (antes de iniciar programa de HD) y en la sala de HD (paciente prevalente).
Asegurar el diagnóstico precoz de los casos de estenosis significativa del AV permanente mediante la evaluación de los resultados de los métodos de cribado aplicados en la consulta de ERCA (antes de iniciar programa de HD) y en la sala de HD (enfermo prevalente).
Garantizar el tratamiento electivo de la estenosis significativa del AV permanente mediante radiología y/o cirugía vascular antes de su trombosis.
Asegurar un tratamiento de rescate urgente mediante radiología y/o cirugía vascular de los casos de trombosis del AV sin necesidad de la implantación de un catéter central.
Actualización de la base de datos en relación al AV de cada paciente.
Evaluación periódica de los objetivos propuestos.

Tabla 1. Descripción de las funciones de un equipo Multidisciplinar de AV. Tomado de «El acceso vascular para hemodiálisis: la asignatura pendiente». Ramón Roca Tey. **Nefrología** 2010;30(3):280-7.

Siguiendo la recomendación de las guías clínicas es importante evitar los axiomas y los absolutos en esta toma de decisiones. De hecho en los últimos tiempos se está empezando a cuestionar incluso el paradigma de «Fistula First» (3, 4, 5) ya que las características de la población en HD están cambiando a una población cada vez más anciana y con más patologías, con una esperanza de vida más limitada que nos obliga a plantearnos si el acceso más duradero es siempre el mejor en estos casos, o si podemos ofrecer un acceso con menor morbilidad a corto plazo que, aunque sea peor en términos absolutos de complicaciones y permeabilidad a largo plazo, sea lo suficientemente duradero como para

servirle a un paciente con una expectativa de vida corta y que probablemente fallezca no ya de infección sistémica por su acceso sino de otras patologías intercurrentes.

También hay que considerar el caso de pacientes con una enfermedad renal rápidamente progresiva que ante la disyuntiva de realizarse una FAVn que pueda ser muy lenta de desarrollarse y requerir varias intervenciones, con una tasa de fallo de maduración considerable, o realizarse una FAVp, tal vez esta segunda le pueda ahorrar varios meses de llevar un CVC y una sensación de frustración emocional ante el fracaso de la FAVn.

Una vez que el paciente comienza la TRS el seguimiento día a día recae fundamentalmente

en el personal de la sala de hemodiálisis y es allí donde primero se van a detectar problemas en el AV. La presencia de un equipo multidisciplinar en la consulta permitirá una interpretación más exacta de los datos de registro intradiálisis así como de las dificultades que se puedan presentar a la hora de canulación de ese AV o, en el caso de pacientes que van a iniciar la punción de un nuevo AV, una valoración de una enfermera implicada del grado de dificultad de la punción de dicho acceso más allá de los datos ecográficos o la opinión personal del cirujano o nefrólogo. Esto permitirá que el cirujano pueda ofrecer soluciones adaptadas a las características del paciente con una visión global de la situación actual.

El objetivo final de la consulta de AV pues no va a ser tanto buscar una mejora absoluta en términos de permeabilidad, maduración o presencia de CVC sino buscar la **mejor solución adaptada** a cada paciente que le permita realizar la TRS elegida de una forma eficaz y segura, teniendo en cuenta los múltiples factores y agentes implicados en ella.

A nivel organizativo la presencia de una unidad de AV presenta varias ventajas. La **centralización** de la problemática de los AV en unos facultativos de cada servicio nos permite tener unos referentes claros a los que acudir en caso de necesitar alguna valoración. Esto supone una importante **agilización** en la resolución de los problemas que van surgiendo, ya que el contacto entre los miembros de la unidad es más fluido. Cobra mayor importancia cuando se trata de atender a pacientes que se encuentran en otros centros, ya que los facultativos que los atienden tienen unas personas designadas con las que ponerse en contacto si surge algún problema.

El mundo de los AV cada vez se está expandiendo más con la irrupción de nuevas técnicas quirúrgicas y endovasculares, métodos de monitorización..., hasta convertirse en un campo mucho más amplio que hace unos años y a la vez más subespecializado. La

presencia de un personal dedicado a los AV permite la **actualización técnica y científica** de estos facultativos y por ende de los servicios a los que pertenecen.

RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

ORGANIGRAMA

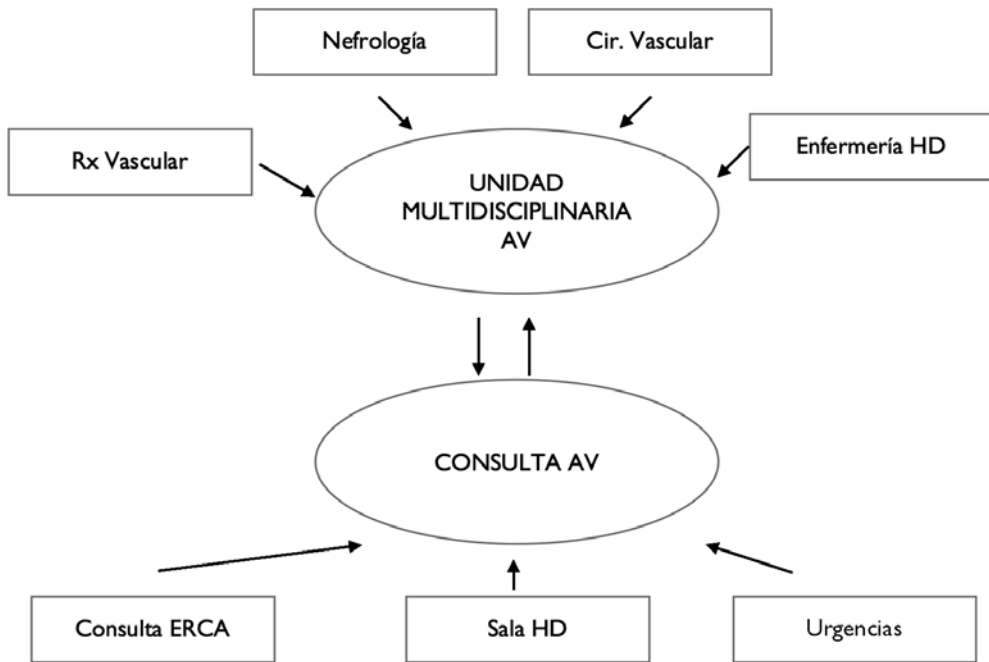
En una unidad de AV deben estar incluidos todos los agentes implicados en su creación, uso y mantenimiento (16).

En nuestro centro esta unidad se compone de:

1. Un Nefrólogo de cada centro del área encargado de la Unidad de Hemodiálisis. En nuestro caso un nefrólogo de H.U. La Paz, otro del H.U. Infanta Sofía, y uno de cada uno de los dos centros de diálisis de nuestro área.
2. Un Cirujano Vascular responsable de coordinar los AV en su servicio.
3. Un Radiólogo intervencionista de cada centro del área. En nuestro caso un radiólogo del H.U. La Paz y otro del H.U. Infanta Sofía.
4. Una enfermera responsable de la coordinación del área de enfermería de diálisis del área.

La **unidad de AV** debería tener reuniones periódicas mensuales o bimestrales según las necesidades puntuales. Sus funciones específicas son:

1. La elaboración y actualización de protocolos y guías clínicas consensuados.
2. La evaluación periódica de los indicadores de calidad, resultados e identificación de áreas de mejora potencial.
3. Sesiones de morbilidad.



4. Sesiones clínicas y científicas. Presentación de casos singulares o complejos.
5. Identificación de problemas en el trabajo entre los diferentes servicios y resolución de los mismos.

Dadas las características de esta unidad, en nuestro centro consideramos que es más útil su planteamiento como una coordinadora de gestión y de calidad. Para la discusión de casos concretos reservamos unos huecos semanales antes del comienzo de la consulta de AV con la presencia de los facultativos concretos implicados en cada uno.

La comunicación entre los miembros de la unidad se realiza vía e-mail para las convocatorias y presentación preliminar de resultados, protocolos, etc., y vía telefónica para todas las gestiones que precisen más urgencia o la trasmisión de datos de pacientes.

Si la unidad de AV es la encargada de la organización global, la **consulta de AV** es la encargada de la gestión efectiva de los casos. Sus funciones son:

1. Creación del AV.
2. Detección y tratamiento del AV vascular en fallo.
3. Seguimiento de AV en riesgo o complejos.
4. Gestión y priorización de la lista de espera quirúrgica.
5. Creación y mantenimiento de la base de datos.

En nuestro centro se comenzó en el año 2007 con la experiencia de una consulta monográfica de AV que centralizara a todos estos pacientes. Se decidió que dicha consulta tuviera una periodicidad semanal. La realizarían

simultáneamente un Cirujano Vascular y un Nefrólogo, que iban a ser los coordinadores en sus respectivos servicios de todos los AV. Con posterioridad se vio la necesidad de contar con personal de enfermería con experiencia en la sala de HD ya que aportaban una perspectiva de primera mano y unas consideraciones técnicas complementarias a las de los facultativos médicos.

Con la apertura del Hospital Universitario Infanta Sofía, el área de población se dividió y también se decidió dividir la consulta en dos, una parte de 09:00 a 11:00 h y otra de 12:00 a 15:00 h, cada una específica para pacientes de uno de los dos hospitales y centros asociados contando con un nefrólogo de cada centro.

Debido al pequeño número de facultativos implicados en esta consulta, dos cirujanos vasculares y dos o tres nefrólogos por cada centro, la comunicación se agiliza bastante permitiendo adaptar las agendas prácticamente de un día para otro y comentar los casos entre semana de una forma directa y rápida. Además, funciona en la práctica como coordinadora con el servicio de radiología vascular y permite a los centros de diálisis asociados un contacto inmediato con sus hospitales de referencia sin necesidad de lentos trámites burocráticos.

Consideramos fundamental tener el control de la gestión de las citas en la consulta y que éstas se hagan de forma centralizada a través de la misma persona, en nuestro caso, una secretaria en cada hospital, para poder adelantar o cambiar las citas según se precise. También consideramos crucial la capacidad de administración de la lista de espera quirúrgica para poder dar prioridad a los pacientes que más lo necesiten.

Nuestra experiencia fue francamente positiva, mejorando la relación entre los servicios, mejorando los resultados en cuanto a la proporción FAVn/FAVp/CVC, agilizando mucho la valoración de estos pacientes y sirviendo de germen de la creación de un grupo de trabajo más amplio.

RECURSOS HUMANOS

Cirujanos dedicados

Varios autores como F. C. Prischi (7), C. Basile (8) o H. I. Feldman (9) señalan que el cirujano es el principal factor determinante en la maduración de la FAVI. Según L. Francisco (10) el cirujano vascular debe cumplir los siguientes tres requisitos:

- Compromiso con el AV.
- Estar familiarizado con las técnicas de HD y los problemas específicos de los accesos.
- Capacidad para llevar a cabo todos los procedimientos quirúrgicos requeridos.

Como norma general la cirugía del AV en nuestro país se lleva a cabo por cirujanos vasculares por estar más familiarizados con las técnicas de anastomosis vascular, aunque en algunos centros, dependiendo de la disponibilidad de especialistas, se lleva a cabo por cirujanos generales, cardíacos, urólogos o nefrólogos (11).

Creemos que hoy en día un cirujano dedicado a los AV debería ser capaz de realizar tanto procedimientos quirúrgicos abiertos como **endovasculares** o mixtos ya que amplían de forma significativa el espectro de opciones terapéuticas que se puede ofrecer a un paciente en una misma intervención sin necesidad de realizarlos en varias etapas.

A menudo se subestima el momento más importante en la creación de un nuevo AV que, en nuestra opinión, es la exploración en la consulta y la indicación del AV a realizar. Es fundamental la familiaridad con el manejo del **ecodoppler** (12, 13) para la planificación de un AV. Por muy evidente que parezca a primera vista el sistema venoso está sujeto a numerosas variaciones y alteraciones que no siempre son visibles en la exploración física. Además, la ecografía nos permite identificar venas en pacientes obesos, medir la vena y arteria, estudiar las características del flujo en

los vasos y ver las características morfológicas de los mismos. En nuestra experiencia es recomendable que dicha exploración la realice la persona que va a realizar la intervención e incluso repetirla en el quirófano si precisara marcaje preoperatorio o hubiera dudas.

Nefrología

Nadie va a conocer mejor la problemática de un paciente ante la TRS que su nefrólogo. Va a ser éste quien ofrezca información al paciente sobre los tipos de tratamiento disponibles, y va a dar una valoración sobre la progresión estimada de la ER para asignar una **prioridad** al paciente en la lista de espera quirúrgica (14). Además su concurso es indispensable para la **coordinación** con los centros de diálisis asociados, la consulta de ERCA y los pacientes en HD. En nuestro centro, además, se ocupa de la gestión de las citaciones en la consulta de AV.

Es muy útil disponer de una conexión informática a los registros de monitorización intradiálisis entre los diferentes centros para una valoración histórica de los parámetros de diálisis de cada paciente y los problemas que puedan haber surgido entre revisiones. También es importante el disponer de una forma de contacto, idealmente correo electrónico, entre los diferentes responsables de las unidades de diálisis para poder transmitir los resultados de la consulta inmediatamente a sus homólogos, independientemente de que estos queden registrados en el sistema informático o se le dé un informe en mano al paciente.

La actualización de la **base de datos** también queda en manos del nefrólogo ya que al tener un contacto más frecuente con el paciente tiene más fácil su actualización.

Radiología Vasculard

Al igual que ocurre con cirugía vascular es necesario disponer de un equipo de radiología vascular implicado en el tratamiento de los AV.

Dependiendo de las características del centro su labor en técnicas diagnósticas (arteriografía, flebografía, fistulografía...) y terapéuticas (corrección de FAV en fallo, trombectomía de FAV trombosadas, tratamiento de estenosis centrales...), así como la colocación de CVC permanentes, hace que sea necesaria su integración en el equipo multidisciplinar.

En nuestro centro una estenosis que se diagnostica mediante ecodoppler en la consulta de accesos AV generalmente se programa para reparación en el quirófano de Cirugía Vasculard para evitar demoras en citaciones. Pero frecuentemente en fistulografías diagnósticas se detectan problemas que pueden ser resueltos *in situ* en la sala de radiología en ese mismo procedimiento por lo que es necesario la posibilidad de contactar rápidamente con el nefrólogo o cirujano que conocen el caso para indicar la reparación en ese mismo momento o remitir al paciente a sesión clínica.

Uno de los problemas más frecuentes del radiólogo es la falta de información sobre el estado funcional del acceso a la hora de tomar la decisión de tratar una lesión más o menos significativa radiológicamente. Es por eso que unas reuniones periódicas para comentar los casos más relevantes son muy útiles para evitar angioplastias innecesarias y para planificar casos complejos que incluyan estenosis u oclusiones centrales, reestenosis de stents y lesiones a varios niveles que afecten las anastomosis.

Además de las reuniones periódicas, en nuestro centro se llegó a un acuerdo con radiología vascular para incluir en la petición si se trata de una prueba meramente diagnóstica o si tiene una finalidad terapéutica para que así sea más fácil la programación de estos pacientes en una sala de angiografía u otra y para prever la eventual necesidad de contar con un anestesista. También se acordó incluir en la petición un informe detallado de la situación del acceso vascular en concreto y la clínica que presenta el paciente para ayudar al radiólogo a tomar una decisión terapéutica.

Enfermería de hemodiálisis

Dado que en última instancia va a ser la enfermera de HD quien se va a encargar de conectar al paciente a la máquina de HD, es necesario contar con una persona con experiencia en punción de AV (15) a la hora de valorar el grado de dificultad que pueda presentar un acceso para su canulación.

Frecuentemente lo que para el cirujano o el nefrólogo es un acceso bien desarrollado y aparentemente fácil de canular, a la hora de pincharlo en la sala da problemas a diario. Unas veces puede ser la técnica de punción la que necesita ser modificada. Otras veces pueden existir consideraciones prácticas que los médicos pueden haber pasado por alto. En otras ocasiones puede necesitarse un marcado ecográfico de los sitios idóneos para la punción. En nuestro centro se dispone de un ecógrafo en la sala de HD y desde hace varios años se lleva anualmente a cabo un curso de punción guiada por ecografía dedicado al personal de enfermería. Sin embargo, esto no es así en todos los centros del área y nos ha resultado útil disponer de una persona que sea capaz de iniciar la punción de forma ecoguiada de los accesos particularmente complicados para después transmitirle al personal de su centro habitual la mejor técnica o localizaciones en estos pacientes.

RECURSOS MATERIALES LA CONSULTA DE AV

- Debería disponer de espacio físico suficiente para el trabajo simultáneo de dos personas más la presencia de una enfermera y residentes de nefrología y/o cirugía vascular.
- Una camilla y un sillón para explorar al paciente tumbado y en la posición habitual de diálisis.
- Báscula y metro para tallaje y pesado de los pacientes.
- Tensiómetro y compresores.
- Un doppler continuo para realización de índices entre ambos miembros y exploraciones vasculares.
- Material de curas habitual. Batas y guantes para pacientes con precauciones de contacto.

Ecógrafo

Hoy en día no se entiende la valoración de un AV tanto para su creación como en su seguimiento sin una prueba ecográfica.

Muchos autores señalan la influencia del mapeo ecográfico preoperatorio en la permeabilidad de los AV. Además la Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis» (2) en su recomendación 1.3.3 recomienda «realizar un mapeo vascular ecográfico preoperatorio de forma rutinaria antes de la realización del acceso vascular, el cual debe evaluar el diámetro y la calidad de la pared arterial y la anatomía y la permeabilidad del sistema venoso profundo y superficial de la extremidad».

La disponibilidad de un equipo ecográfico así como de personal entrenado en su uso permite realizar una consulta de alta resolución y evitar retrasos en la programación del paciente. En nuestra experiencia es importante que sea un cirujano vascular quien realice o al menos supervise la exploración ya que es quien va a conocer mejor las consideraciones técnicas de cada técnica quirúrgica.

Es necesario un equipo que disponga de modo triplex, software de medición de diámetros, análisis espectral y cálculo de ratio de velocidades e, idealmente, cálculo automático del flujo en el vaso.

En nuestra consulta usamos un equipo con sondas lineales de 7.5 y 12 Mhz que nos resultan las más eficaces para las exploraciones.

Software y Base de Datos

En nuestro centro, además de disponer de un software de interconexión entre los

diferentes centros de diálisis (Nefrolink) en el que se comparten los parámetros intradiálisis, analíticas, antecedentes, evolutivos..., disponemos de una base de datos en la que se recoge del estado de los accesos vasculares del paciente, mediciones de flujo y diámetros, fechas de inclusión en lista de espera, etc., y cualquier otro dato que se necesite para el análisis de los indicadores de calidad.

PLAN DE CALIDAD

En la creación, uso y mantenimiento de los AV se encuentran implicados múltiples servicios médicos y unidades de enfermería (17, 18, 19, 20, 21). Además, en el mapa asistencial de nuestro área sanitaria, un servicio puede actuar como referencia para varios centros sanitarios con diferentes protocolos de actuación, medición y seguimiento de los AV, con lo que la comunicación tan necesaria entre centros se puede ver alterada no solo por la distancia física, sino por la existencia de diferentes formas de actuación en cada centro que pueden no coincidir o directamente chocar con los de otro centro del mismo área.

Es necesario disminuir, en la medida de lo posible, la variabilidad en la práctica clínica (20) intentando conseguir unos resultados de calidad adecuados y similares para el mismo proceso asistencial. Es por ello que la implantación de Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) en la asistencia sanitaria y su certificación mediante diferentes modelos es ya una realidad en muchas unidades de hemodiálisis. La gestión de la calidad es un proceso no solo deseable, sino necesario en la asistencia sanitaria actual. Uno de los requisitos de los programas de gestión de calidad es la monitorización, es decir, la medición sistemática y planificada de indicadores de calidad, en relación con un objetivo o estándar previamente definido. La monitorización continuada de los indicadores de calidad nos va a permitir

introducir actividades de mejora y comprobar que éstas sean efectivas. Esto se basa en un principio básico: lo que se quiere mejorar se ha de medir, y la evaluación a lo largo del tiempo permite comprobar el nivel de mejora alcanzada. El objetivo inicial es identificar la existencia de situaciones problemáticas en nuestra práctica médica (22), que hay que evaluar o sobre las que hay que intervenir, para poder conseguir a medio plazo la capacidad de prevenir o anticiparse, obteniendo mejores resultados. Para ello es fundamental definir qué indicadores se van a monitorizar, y cómo van a medirse, es decir, cuál va a ser el plan, la metodología e interpretación de estas mediciones. Utilizar indicadores de calidad supone previamente elaborar criterios de calidad, que podemos definir como aquellas condiciones que deben cumplir determinados aspectos relevantes de la actividad que estamos desarrollando. Aún no existe consenso en lo que a indicadores de calidad en nefrología se refiere, y cada centro utiliza unos indicadores distintos, fruto de distintas experiencias individuales. En el 2017 se publicó la Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis, en ella se actualizaron los indicadores de calidad, que, de ser un anexo en la edición previa, se convirtieron en un capítulo con 29 indicadores y criterios de calidad.

Se planteó desde el HULP la necesidad de analizar nuestros resultados y situación respecto a esos criterios de calidad. Al poco tiempo observamos que por la estructura de la atención sanitaria en la Comunidad de Madrid cualquier actuación destinada a mejorar la calidad asistencial pasaba por coordinar a todos los servicios implicados en nuestro área y la creación de un grupo de personas de referencia de cada centro con capacidad para coordinarse de forma ágil y periódica. Además, debíamos hablar todo el mismo idioma, es decir homogeneizar criterios clínicos en diferentes centros, elaborar unos protocolos de creación, seguimiento y mantenimiento de los AV que fueran aplicables

en todos los centros implicados y no solo en aquellos con más medios disponibles.

El siguiente paso fue una extensión del anterior, al igual que existen diferentes servicios médicos de diferentes centros, también existen diferentes unidades de enfermería que pueden beneficiarse de un plan de calidad específico.

Por último, más allá de los datos y las cifras que manejan las guías, existen unos pacientes con una visión muy diferente de su patología y con unas preocupaciones y problemática fuera de las puramente clínicas (23). Si el acceso vascular es clave para un buen tratamiento dialítico, podríamos pensar que sería un factor que pudiera influir en la calidad de vida del enfermo renal. Se planteó la necesidad de evaluar en que grado influye el AV en la calidad de vida de nuestros pacientes y que podríamos hacer para mejorarla.

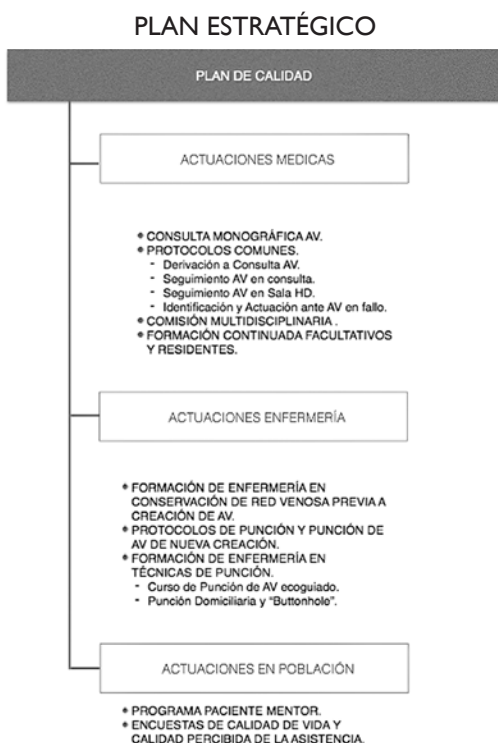


Figura 2. Esquema del plan estratégico para AV del H.U. La Paz y centros asociados.

INDICADORES DE CALIDAD

Para mejorar los resultados, antes hay que poder medir qué es lo que queremos mejorar. Se adaptaron los indicadores de calidad de la Guía Clínica Española (2) a nuestro medio dejando fuera los que por motivos organizativos no podían ser registrados e incluyendo otros que nos parecían interesantes. Cada centro debería ser capaz de adaptar estos indicadores a sus necesidades, posibilidades y objetivos.

1. PROCEDIMIENTOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DEL ACCESO VASCULAR

1. Porcentaje de pacientes seguidos en la consulta de ERCA que cumpliendo criterios de derivación para realizar una FAV son remitidos a cirugía.
2. Porcentaje de pacientes con indicación de realización de una FAV derivados a la consulta de cirugía en los que se realiza la intervención en el tiempo recomendado.

2. CREACIÓN DEL ACCESO VASCULAR

1. Pacientes con fallo precoz en los primeros 30 días del seguimiento.
2. Porcentaje de pacientes en seguimiento en la consulta de ERCA durante al menos 6 meses que comienzan la HD con la FAV madura.
3. Porcentaje de FAV controladas clínicamente de forma precoz.

3. CUIDADOS DE LA FAV

1. Porcentaje de pacientes en los que se lleva un registro gráfico de zonas de punción durante las sesiones de HD.

4. MONITORIZACIÓN Y VIGILANCIA DE LA FAV

1. Porcentaje de pacientes prevalentes con más de 3 meses en programa de HD que, a 31 de diciembre del año estudiado, se dializan a través de una FAV nativa.
2. Porcentaje de pacientes prevalentes con más de 3 meses en programa de HD que, a 31 de diciembre del año estudiado, se dializan a través de un catéter central venoso tunelizado.
3. Porcentaje de pacientes prevalentes con más de 3 meses en programa de HD que, a 31 de diciembre del año estudiado, se dializan a través de FAV protésica.
4. Porcentaje de pacientes que se dializan a través de un catéter venoso central tunelizado durante más de 2 semanas consecutivas.
5. Tasa anual de trombosis de FAV nativas.
6. Tasa anual de trombosis de FAV protésicas.
7. Porcentaje de FAV que tienen registro de evaluaciones periódicas.
8. Porcentaje de pacientes portadores de catéter venoso central, sin contraindicación para FAV, a los que se les realiza la FAV antes de las 6 semanas desde que se implanta el catéter.

5. COMPLICACIONES DE FAV

1. Porcentaje de FAV trombosadas potencialmente recuperables que se rescatan al año.
2. Porcentaje de FAV nativas con estenosis significativa, no trombosada, reparadas quirúrgicamente que siguen permeables después de un año.
3. Porcentaje de FAV nativas con estenosis significativa, no trombosada, reparadas

endovascularmente que siguen permeables después de seis meses.

4. Porcentaje de FAV nativas trombosadas, reparadas quirúrgicamente que siguen permeables después de un año.
5. Porcentaje de FAV nativas trombosadas, reparadas endovascularmente que siguen permeables después de seis meses.
6. Porcentaje de FAV protésicas con estenosis significativa, no trombosada, reparadas quirúrgicamente que siguen permeables después de un año.
7. Porcentaje de FAV protésicas con estenosis significativa, no trombosada, reparadas endovascularmente que siguen permeables después de seis meses.
8. Porcentaje de FAV protésicas trombosadas, reparadas quirúrgicamente que siguen permeables después de seis meses.
9. Porcentaje de FAV protésicas trombosadas, reparadas endovascularmente que siguen permeables después de seis meses.
10. Tasa de infecciones de FAV nativa.
11. Tasa de infecciones de FAV protésica.

6. CATÉTERES VENOSOS CENTRALES

1. Densidad de incidencia de bacteriemia relacionada con el CVC tunelizado (número de bacteriemias relacionadas con el CVC/1.000 días de uso del CVC).
2. Porcentaje de CVC tunelizados con disfunción inmediata.
3. Porcentaje de CVC con disfunción
4. Porcentaje de complicaciones mayores durante la inserción de un CVC.

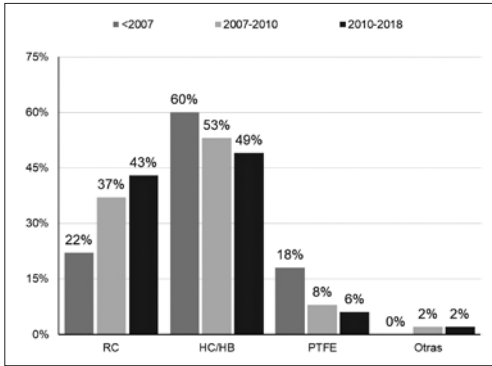


Figura 3. Distribución de los accesos vasculares en tres periodos de tiempo.

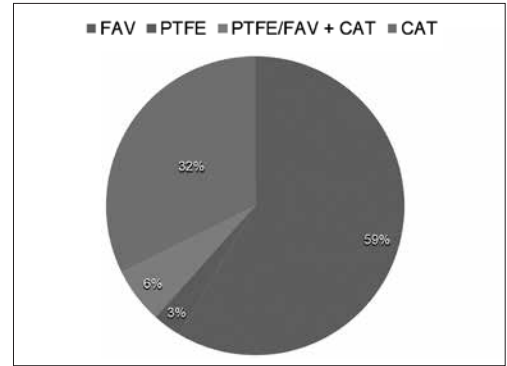


Figura 4. Distribución de los tipos de AV en nuestro medio.

RESULTADOS EN NUESTRO CENTRO DE LA IMPLANTACIÓN DE UNA UNIDAD MULTIDISCIPLINAR DE AV

En líneas generales se ha observado un aumento de las FAV autólogas con una importante disminución de las protésicas hasta situarse estas en menos del 6% anual.

Dentro de las FAV autólogas se ha observado un aumento del porcentaje de FAV radiocefálicas y humerobasílicas aunque al precio de aumentar el número de reintervenciones e intervenciones secundarias (Número intervenciones/AV/año aumentó de 0,32 a 0,48).

Globalmente tanto la permeabilidad primaria como la secundaria han aumentado, pasando de un 32% a un 23,5% de trombosis a los 30 días con una permeabilidad secundaria a los 90 días del 81%.

Los tiempos para la valoración en consulta de AV y los de espera en lista de espera también se han visto reducidos excepto en los casos en los que se solicita valoración anestésica previa. Debido a la limitación de quirófanos existente, la mayor ventaja se ha obtenido a la hora de valorar rápidamente al paciente para su inclusión en lista de espera. La

priorización de los casos a la hora de programar también nos ha permitido disminuir mucho la espera de los casos más urgentes, hasta prácticamente poder programarlos de una semana para otra aunque esto no se refleja en los números globales.

Conviene hacer una reflexión sobre el mantenimiento más o menos constante del porcentaje de catéteres permanentes en nuestra unidad alrededor del 30%.

Anualmente revisamos caso por caso a los pacientes que se encuentran con CVC permanentes para valorar la posibilidad de

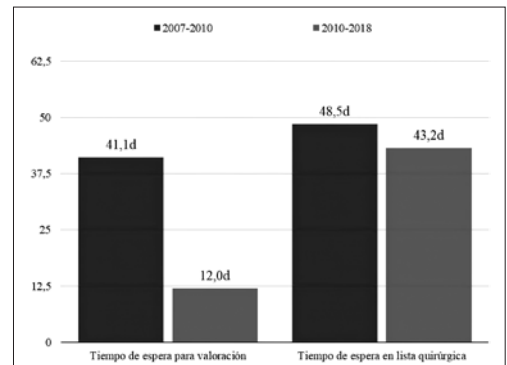


Figura 5. Tiempos de espera en el periodo inmediatamente posterior a la implantación de la consulta de AV y tras cuatro años de su puesta en marcha. No disponemos de datos previos a 2007.

realización de un nuevo AV. Estos pacientes se engloban en varios grupos: Pacientes octogenarios y nonagenarios con una esperanza de vida limitada; pacientes con varias trombosis de AV previas que rechazaban someterse a nuevas intervenciones; y pacientes pluripatológicos con un Índice de Charlson medio de 11. No encontramos ningún caso entre estos susceptible de cambiar la modalidad de AV.

Recientemente se está reconsiderando la actitud respecto al acceso más recomendable en pacientes con una esperanza de vida limitada por edad o patología asociada. Nos preguntamos si los estándares recomendados de prevalencia de CVC (22) deberían ser los mismos en unidades situadas en centros de tercer nivel con una población con un índice de complejidad muy alto, que en muchos casos se encuentra hospitalizada, que en otras situadas en centros con una población más joven y sana que acude desde su domicilio. Convendría también considerar las causas de mortalidad de nuestros pacientes más ancianos; si la mortalidad está relacionada con complicaciones derivadas de su catéter o de la patología cardiovascular asociada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Plan de Calidad para los Accesos Vasculares. Hospital La Paz. Leblic Ramirez I., Sanchez Villanueva R., Cirujeda A. et al. 2018. Publicación electrónica. http://www.madrid.org/cs/Satellite?cid=1191579395087&language=es&pagename=HospitalLaPaz%2FPage%2FH-PAZ_contenidoFinal.
2. Spanish Clinical Guidelines on vascular access for haemodialysis. Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, et al. *Nefrología* 2017; 37(suppl. 1): 1-191. 69-5176.
3. Fistula First Is Not Always the Best Strategy for the Elderly. Raniil N, DeSilva, Bhanu K, Patibandla, Yael Vin, Akshita Narra. *J Am Soc Nephrol*. 24(8); 2013 Jul 31PMC3736704.
4. Fistula First Initiative: Advantages and Pitfalls. Charmaine E. Lok. *Clin J Am Soc Nephrol* 2: 1043-1053, 2007.
5. Reassessing Recommendations for Choice of Vascular Access. Timmy Lee, Michael Allon. *Clin J Am Soc Nephrol* 12: 865-867, 2017.
6. Accesos vasculares para hemodiálisis: equipos multidisciplinarios. R. Lerma-R., J.M. Callejas-P. *ANGIOLOGÍA* 2005; 57 (Supl 2): S1.
7. Parameters of prognosis relevance to the patency of vascular access in hemodialysis patients. F.C. Prisch, A. Kirchgatterer, E. Brandstatter. *J. Am. Soc. Nephrol.* 1995; 6:1613-1618.
8. Preoperative assessment and planning of haemodialysis vascular access. Carlo Lomonte, Carlo Basile; *Clinical Kidney Journal*, Volume 8, Issue 3, 1 June 2015, Pages 278-281. *American Journal Of Kidney Diseases*. Volume 42, Issue 5, November 2003, Pages 1000-1012.
9. Predictors of successful arteriovenous fistula maturation. Harold I. Feldman, Marshall Joffe, Sylvia E. Rosas, J. Eileen Burns.
10. What should nephrologist do to maximize the use of arteriovenous fistulas?. Francisco L. *Seminars in Dialysis* 2006; 19:205-207.
11. Impact of surgeon and surgical center characteristics on choice of permanent vascular access. O'Hare AM, Dudley RA, Hynes DM, et al. *Kidney Int* 2003; 64:681-689.
12. Vascular mapping techniques: advantages and disadvantages. Asif A, Ravani P, Roy-Chaudhury P, Spergel LM, Besarab A. *J Nephrol* 2007; 20:299-303.
13. Pre-operative vessel mapping and early post-operative surveillance duplex scanning of arteriovenous fistulae. Ives CL, Akoh JA, George J, Vaughan-Huxley E, Lawson H. *J Vasc Access* 2009; 10:37-42.
14. Management of vascular access waiting list for surgery: results after the incorporation of a protocol of priorities demonstrate 80% of patients starting hemodialysis by native fistula and 80% of reparations on hemodialysis without necessity of catheter. A 2 year experience. Ibeas J, Vallespín J, Fortuño JR y cols. *J Vasc Access* 2009; 10: 115A.
15. Effect of a vascular access nurse coordinator to reduce central venous catheter in incident hemodialysis patients: a quality improvement report. Polkinghorne KR, Seneviratne M, Kerr PG. *Am J Kidney Dis* 2009; 53:99-106.
16. Creación y mantenimiento de accesos vasculares para hemodiálisis. Recursos necesarios: humanos y materiales. G. Moñux-Ducájú, R. Rial-Horcajo, F.J. Serrano-Hernando. *ANGIOLOGÍA* 2005; 57 (Supl 2): S177-S183.
17. Duda CR, Spergel LM, Holland J, Tucker CT, Bander SJ, Bosch JP. How a multidisciplinary vascular access care program enables implementation of the DOQI Guidelines. *Nephrology News & Issues* 2000; 14, 13:V17.
18. Vascular access: a never-ending story. Hedin U. *J. Cardiovasc Surg (Torino)*. 2014 Dec; 55(6):793-801.
19. A dedicated vascular access program can improve arteriovenous fistula rates without increasing catheters. M. KIALI, J.M. MacRAE. *The Journal of Vascular Access* 2008; 9: 254-259.
20. A patient centered decision making dialysis access algorithm. I. DAVIDSON, M. GALLIENI, R. SAXENA, B. DOLMATCH. *The Journal of Vascular Access* 2007; 8: 59-68.

21. Successful multidisciplinary interventions for arterio-venous fistula creation by the Pacific Northwest Renal Network 16 vascular access quality improvement program. V.D. NGUYEN, L. LAWSON, M. LE-DEEN, L. TREAT. *The Journal of Vascular Access* 2007; 8: 3-11.
22. National Kidney Foundation. KDOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations for 2006 updates: hemodialysis adequacy, peritoneal dialysis adequacy and vascular access. *Am J Kidney Dis* 2006; 48(suppl. 1): S1-S322.
23. Duda CR, Spergel LM, Holland J, Tucker CT, Bander SJ, Bosch JP. How a multidisciplinary vascular access care program enables implementation of the DOQI Guidelines. *Nephrology News & Issues* 2000; 14, 13:V17.

How to Plan an Arteriovenous Fistula

JOANA FERREIRA*, MÓNICA FRUCTUOSO**, ALEXANDRE LIMA CARNEIRO***
AND ARMANDO MANSILHA****

* *Vascular Surgery Department Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro. Hospital da Senhora da Oliveira-Guimarães. Hospital CUF Porto. Portugal*

** *Nephrology Department Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro. Portugal*

*** *Radiology Department Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro. Portugal*

**** *Vascular Surgery Department. Centro Hospitalar São João. Hospital CUF Porto. Portugal*

INTRODUCTION

The ideal vascular access delivers adequate dialysis flow rates, has a long use life, and a low rate of complications (1, 2, 3). The autogenous arteriovenous fistula (AVF) is closest to achieve these criteria and is the first vascular access option, according to the guidelines (1-10). AVFs have the lowest rates of infection, thrombosis, stenosis, post-operative interventions and superior long-term patency (1, 2, 3, 4, 6, 11, 12). They are associated with a lower morbidity and mortality when compared with other types of vascular accesses (central venous catheter and arteriovenous prosthesis) (2, 10). Its disadvantage is the higher primary failure rate compared to arteriovenous prosthesis (2, 4).

A successful mature AVF should have the following characteristics:

- flow > 600 mL/min;
- diameter of the arterialized vein should be greater than 6 mm;
- arterialized vein suitable for puncture with two needles (greater than 6 cm in length);
- subcutaneous arterialized vein (less than 6 mm depth);
- an adequate distal flow, to prevent ischemia;
- low repercussion on cardiac function (4, 12).

In order to achieve a successful AVF some rules should be respected:

- earlier referral for a preoperative planning and creation;
- adherence to the basic principles in the choice of access site;
- preservation of the arterial and venous capital;
- careful arterial and venous physical and ultrasound examination before AVF placement (4, 7).

WHEN TO REFER TO AVF CREATION

It is difficult to predict the time of hemodialysis onset, since chronic kidney disease patients may experience rapid and unpredictable worsening of their renal function (2, 5, 8, 10). A delay in reference can increase the probability in starting dialysis through a central venous catheter, instead of with an AVF (2, 10). Due to the autologous vascular access advantages, the patient should have a permanent functional AVF at the initiation of hemodialysis (5, 8). The timing of the surgery must allow for AVF maturation, revision and repeat procedures if needed (1, 5, 8, 13). It has been suggested that AVF creation before advanced uraemia may optimize fistula maturation (10). Other studies do

not corroborate this data, considering that placing an AVF more than 6-9 months before hemodialysis did not improve the success (10). Unnecessary AVF should not be created (2). Patients with a limited life expectancy and a slow rate of glomerular filtration rate decline –like the elderly– have an increased risk of dying before initiating hemodialysis with a functional AVF (2, 10).

The referral time for AVF planning is not clearly established and the guidelines provide different recommendations (2, 5, 7, 10). The Spanish guidelines suggests 4 to 6 months and the European between 3 to 6 months before the expected start of hemodialysis (2, 5).

According to the European guidelines and K/DOQI, the preparation for a vascular access creation should occur when the glomerular filtration rate is less than 30 mL/min/1.73 m (2, 4, 10). The Spanish guidelines recommend AVF creation when the glomerular filtration rate is inferior to 15 mL/min/1.73 m² or if the hemodialysis is predicted to start in the next 6 months (2, 4). However, there is an international consensus about promptly AVF creation in patients with kidney failure with rapid evolution and in patients with central venous catheter (2). However, the referral decisions should be individualized according to patients' factors, local facilities, life expectancy and not just to the glomerular filtration rate decline (2, 5, 8).

IMPORTANCE OF ARTERIOVENOUS FISTULA PLANNING

At this point in time, AVF planning is essential due to the increasing number of elderly and diabetics on hemodialysis with significant comorbidities that challenge surgical AVF creation (6, 10, 13). Aging, diabetes and previous hospital admission are associated with poor quality arteries

and veins (10). Planning may reduce patient morbidity and offer maximal opportunity for a successful outcome (13). It also diminishes the number of procedures needed to achieve a functional AVF (13).

STRATEGIES TO OPTIMIZE THE PLACEMENT OF ARTERIOVENOUS FISTULA

When choosing the AVF location it is necessary to evaluate the implications in future vascular access creation, in quality of life and the long-term complication-free patency (2).

The *non-dominant* upper extremity should be the first option to create an AVF, if the vessels are adequate, to optimize patient's comfort (2, 4, 5, 10, 14). But hand dominance is not the only determinant (5).

The *most distal* site should be chosen (2, 4, 5, 10, 14). A distal AVF has a lower incidence of complications (ischemia and infections); has a longer segment of vein that can be punctured and preserves the proximal vessels for future AVF if needed (2, 4, 14). The first option is a radio-cephalic fistula at the level of the wrist (1, 4, 14). When mature, the radio-cephalic fistula can function for years with few complications or interventions (4). It has, however a higher risk of early thrombosis and non-maturation (2, 4). A recent study showed failure rates of up to 46%, (particularly in diabetic, female and elderly patients) with one year patency of 52% to 83% (2, 4).

If the creation of a radio-cephalic fistula in the non-dominant arm is not possible, the dominant arm should be considered for the placement site (4).

The creation of a wrist radio-cephalic fistula depends on the physical and ultrasound examination (4). If there are inadequate peripheral vessels, the second choice is a forearm fistula between the radial artery and

the cephalic vein (1, 4). The next option is an AVF in the elbow between the cephalic vein and the brachial or radial artery (in the case of a higher brachial artery bifurcation) (4).

The use of the more proximal vessels increases the access flow, with lower probability of non-maturation or failure, but with an increased risk of ischemic complications, upper limb edema and cardiac failure (1, 2, 14). Proximal AVF have low incidence of thrombosis (0.2 events per patient/year) and infection (2%) (4) (guidelines europeias).

A *direct arteriovenous anastomosis* is the first option, followed by venous transposition and finally, veins translocation (1, 4, 5). Basilic vein transposition (in one or two stages operation) is a good choice after inability to create a radio-cephalic or brachio-cephalic (2, 4). The basilic vein is usually preserved due to its medial and deep location in the arm (2, 4). This anatomical position of the basilic vein, makes venipuncture difficult (2). To create a useful brachio-basilic fistula, a transposition must be performed (2).

Brachio-umeral fistula is created between the brachial artery and the deep umeral vein². A second surgery to transpose the umeral vein is necessary (2). The results are frequently disappointing, with a primary failure rate of 53% and a low primary permeability rate at one year of 35-40% (2).

The *lower extremity* should not be a first choice for vascular access site due to the higher incidence of infection and ischemia (14). Only after exhausting the access sites in the upper limb, should the lower extremity be considered for an access site (4).

In summary, according to the recommendations, the first AVF created should be distal in the non-dominant limb (2, 4). When a radio-cephalic or forearm AVF creation is not possible, it is recommended to create an elbow brachio-cephalic or radio-cephalic (2). If this solution is unmanageable, a brachio-basilic fistula with superficialization or transposition is suggested (2).

ARTERIAL AND VENOUS CAPITAL PRESERVATION

Creation of an AVF fistula depends on preservation of adequate veins and arteries (2). Patients should be informed and proactive in preserving their vessels (1, 2).

The arteries quality is more dependent on the comorbidities of the patients. Because they are located at a greater depth they are protected from iatrogenesis (15). The veins of the arm are superficial and are frequently used for puncture (2). Consequently several initiatives have been taken in order to protect the vein capital (2, 10).

VENOUS CAPITAL PRESERVATION

In patients with chronic renal failure, the central, forearm and upper-arm veins, should be preserved regardless of limb dominance (4, 7, 10). The dorsum of the hand should be used for intravenous lines or phlebotomies (Fig. 1)



Fig. 1. Venous catheter at the dorsum of the hand, to preserve arm veins.

(2, 5, 10, 14). When a venipuncture of an arm vein is necessary, sites should be rotated (2, 5, 10, 14). The puncture of the arm and forearm cephalic vein at the non-dominant limb should be strictly avoided (2).

The patients, family and hospital staff should be instructed to preserve superficial vessels avoiding venipunctures and peripheral/central intravenous cannulation or invasive monitoring (1, 2). The chronic renal failure patients should have a bracelet or a label informing the hospital staff about the importance of vein preservation (7, 14).

Subclavian vein should not be used for central venous catheters (7, 16). The use of subclavian vein causes subclavian vein stenosis/occlusions in 30-50% of patients (15). The femoral or internal jugular veins should be the first option in renal failure patients due to the lowest incidence of stenosis (2, 16). In any case, the duration of a central venous catheter should be minimized (15).

Peripheral inserted central catheters (PICCs) should be avoided (2, 5, 7, 10, 15). They are associated with cephalic and basilic vein thrombosis in 38% and central venous stenosis in 7% (15).

In chronic kidney disease patients, cardiac rhythm devices with epicardial leads are preferred to the transvenous leads, in order to avoid central venous stenosis (15).

ARTERIAL CAPITAL PRESERVATION

The femoral artery should be used for arterial blood gas sampling, protecting the radial and brachial arteries from injury (10).

The use of the radial artery for access in endovascular procedures is increasing. The transradial approach is associated with a 10% risk of asymptomatic total radial artery occlusion, precluding the creation of a distal AVF and increasing the risk of ischemia once a proximal AVF is created (Fig. 2) (15).



Fig. 2. Sheath in the radial artery. There is a risk of artery occlusion.

In order to preserve the radial artery, the recommendations are against this angiographic approach in chronic kidney patients, favouring a femoral artery approach (15).

CLINICAL HISTORY

The medical history is paramount in deciding the type, location and timing of an AVF creation (1, 2, 6, 8). Patient comorbidities can help in predicting AVF patency and complications (2). With this knowledge the surgical technique can be tailored in order to maximize the success of the vascular access (2).

Older age, diabetes, peripheral arterial disease, coronary artery disease, female gender and tobacco use negatively influence the fistula maturation, increasing the risk of AVF failure and hand ischemia (2, 4, 6, 8, 9, 10, 9).

Patients with these comorbidities have lower quality arteries (2, 10). The presence of proximal atherosclerosis increases the risk of hand ischemia and of AVF failure due to artery inflow compromise (2, 8, 10). The presence of atherosclerosis in vessels distal to an arterio-venous anastomosis also increase the risk of hand ischemia (2, 8, 10). There is significant arterial stenosis in 62 to 100% of patients with hypoperfusion (2). The direct communication between the artery and the vein creates a proximal shunt between these

two systems, reducing blood flow in distal capillaries (2). In this way the circulation in atherosclerotic vessels distal to the AVF can be further compromised, with distal hypoperfusion, which can result in tissue loss and amputation (2).

This risk is increased when the AVF is created with the brachial artery (2). 10-25 % of these patients have clinically relevant ischemia, compared to 1-1.8 % of patient with distal AVFs (2).

In order to minimize the risk of hand ischemia high-flow AVFs should be avoided (2, 10). The AVF should be created as distally as possible, with latero-terminal anastomosis, limiting the length of the AV anastomosis to no more than 10 mm in radio-cephalic fistulas and no more than 5-7 mm in upper limb AVFs (2, 10). Pre-existing arterial stenosis should also be corrected to improve the fistula inflow and to minimize the risk of hand ischemia (10). All the larger venous side branches should be ligated (10). Patients with higher risk of ischemia should be closely monitored after AVF creation (2, 10).

Most patients undergoing hemodialysis are older with peculiar characteristics not just related to the higher incidence of atherosclerosis, and other comorbidities, but also due to limited the life expectancy (7, 8, 9). Age should not exclude the creation of an AVF but careful planning is strongly advised (8). All international guidelines recommend the creation of a radio-cephalic fistula before an upper arm fistula (2, 4, 5). As stated above, elderly patients have an increased risk of hand ischemia (2, 5, 8, 10). Thus, it would seem that a distal AVF would be the ideal vascular access. But in the elderly the radio-cephalic fistulas have a lower patency at 12 months than the brachiocephalic (8). Older patients are more likely to have a primary failure and to die (due to the shorter average life expectancy) before benefiting from a mature distal AVF (7). Some author believes that in the elderly the

first option should be a fistula with a higher patency rate (7). Additionally, in patients with a lower life expectancy preserving the proximal vessels to create a future AFV is not fundamental. The brachio-cephalic AVF is the best option in patients requiring dialysis initiation in the shortest delay. In this way the Spanish guidelines and other authors recommend brachio-cephalic as first option in elderly patients, particularly if the forearm vessels have unfavorable characteristics (2, 8).

However, the final decision should not just be based on age, but should take in account other comorbidities and the ultrasound mapping (8, 9).

Female gender is associated with AVF non maturation, reduced patency and a higher risk of hand ischemia (2, 4, 5, 8, 9). Women usually have smaller vessels, higher vascular reactivity and platelet aggregation. Their veins have a reduced capability to dilate when exposed to arterial pressure (1, 4, 5, 8, 9).

Diabetes has a negative impact on arteriovenous fistulas, mainly in distal AVFs, due to diffuse atherosclerotic disease with arterial stiffness and inability to dilate (2, 5, 7, 8, 9). Diabetes is associated with maturation failure or with hand ischemia (2). However, some authors consider that these outcomes are a product of the degree of arterial calcification and atherosclerosis found in diabetic patients and are not related to diabetes itself (8). With arterial and venous mapping diabetics have comparable results to non-diabetic patients.

Obese patients, according to some authors, have a lower rate of AVF creation and maturation (2, 8, 9). The superficial veins in the obese are frequently depth located, making the AVF creation and puncture difficult (8). There is a need of vein superficialization (decreasing the distance between the vein and the skin), using techniques, such as lipectomy, liposuction, transposition or elevations (8). Obesity alone should not exclude AVF creation (8).

Heart failure can compromise AVF inflow and decrease the AVF patency (8). Heart failure can worsen or develop in patients with AVF fistulas mainly in upper-arm due to higher blood flow (2, 7, 9, 10). Symptoms of heart failure should be sought and an echocardiogram ordered (10). If it is not possible to create a distal AVF, the proximal AVF should have a short length anastomosis (8). In extreme cases, a central venous catheter may be the only option (8).

Hypotension just like heart failure, can increase the risk of AVF thrombosis, while hypertension is an atherosclerotic risk factor (2, 9).

It is also important to know if there is a history of central venous catheter, PICC, pacemaker or defibrillator placement, neck or chest trauma/surgery, lymph node removal, upper limb edema, all of which could suggest the presence of central venous stenosis/occlusion (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 6). A stenosis/occlusion can remain asymptomatic until a fistula is created in the ipsilateral arm (5, 8, 16). The subsequent edema and high venous pressure can result in AVF failure (5, 8, 16, 10). If a central venous stenosis is suspected, a radiologic central vein evaluation is mandatory before AVF creation (1, 10, 9). Central venous stenosis/occlusions can be treated with a stent, but the recurrence is high and the creation of a contralateral fistula should be considered (8).

Other aspects of the clinical history are also important. Patients with multiple hospital admissions have frequently damaged peripheral veins due to multiple intravenous lines and blood drawing attempts (2, 8). A previous mastectomy and lymphedema can compromise the central venous drainage (2, 9). The history of previous arteriovenous fistula placement and etiology of kidney failure should be inquired (2, 7, 10). Thrombophilia and coagulations disorders should also be ruled out (2, 7, 9). Hypercoagulable state is a cause of vascular access failure, which can be minimized with anticoagulation or antiplatelet therapy (10).

It is important to minimize the repercussion of AVF in daily life activities, creating the fistula in non-dominant arm (2). If there is a compromise in the mobility of an upper extremity (paresis, for example), that arm should be used, for AVF creation (12).

The final decision should not just be based on one factor but take into account all comorbidities. Ultrasound mapping is helpful in the final decision, and the surgical technique should be adapted to avoid complications (8, 9).

PHYSICAL EXAMINATION

Physical examination can be performed immediately, in the presence of the patient without further costs or the need for equipment (3, 9). It supplies important information but it is insufficient in the actual hemodialysis population, due to the high incidence of comorbidities (3, 9). Preoperative physical examination is usually supplemented with additional techniques, such as ultrasound (3, 9).



Fig. 3. **Women with previous arteriovenous creation. On inspection the presence of scars are evident.**



Fig. 4. Young patient with long, regular and superficial veins, clearly visualized.

VENOUS EXAMINATION

The venous system should be inspected in a warm room, with and without a tourniquet (2, 3, 5, 7, 9). The vein diameter, length, tortuosity and distance from the surface should be recorded (2, 5, 9, 10). Puncture marks and scars should be identified (Fig. 3) (2, 3, 5, 9, 10). An ideal vein should be long, regular, uninterrupted, distensible and superficial for easy cannulation (Fig. 4) (2, 5, 9, 10).

The presence of enlarged superficial veins on the chest wall, swelling of the arms, neck, breast and face, presence of scars of prior central vein catheter placement may suggest central venous stenosis or occlusion (Fig. 5) (5, 6, 9, 16). If a central vein stenosis is suspected a venography is mandatory before AVF creation (1, 5, 9, 10).



Fig. 5. Patient with a subclavian vein thrombosis after implantofix placement. Note the implantofix scar and the collateral vein circulation in the chest.

Enlarged collateral veins in the arm are pathognomonic of a segmental venous occlusion (5, 12).

Arm diameter and skin fold thickness in obese patients may limit adequate physical examination or dictate the need for vein superficialization after or during AVF creation (3, 5). The obese have narrowed brachial and axillary veins (9).

ARTERIAL EXAMINATION

Arterial examination comprises the bilateral palpation of the radial, ulnar and the brachial arteries and bilateral arm blood pressure measurement (1, 2, 3, 5, 7, 9, 12). Healthy arteries are soft, easily compressible on palpation and their pulses are symmetrical (5). A weak or absent pulse and a difference in arterial blood pressure of more than 20 mmHg suggests the presence of a proximal stenosis or occlusion (7). Subclavian artery stenosis or occlusion are more common on the left. A weak pulse can also indicate the presence of heavily calcified vessels (11).

Allen's test evaluates ulnar and radial artery patency and confirms a patent palmar arch and it is important before the creation of an AVF at the wrist (3, 5, 7, 9). In Allen test, the physician compresses the radial and

cubital arteries, while the of the patient in the supinated position (9). Then the patient closes the hand as tightly as possible for one minute (9). The patient then relaxes the hand and extends the fingers as the examiner maintains pressure on both arteries (9). The hand at this point should appear blanched (9). The examiner then releases the pressure on the cubital artery and continues applying pressure to the radial artery (9). The return of colour to the hand and fingers is noted and time is recorded (9). An abnormal test result is defined as a recovery time of more than 10 seconds which reflects the absence of collateral circulation to the hand (Fig. 6) (9).

Sites of previous arterial catheter or arterial donations for coronary artery bypass

grafting should be noted –the longitudinal incision over the anterior surface of the forearm is typical of the radial artery harvested for coronary revascularization (5).

During the physical examination, apart from the study of the arterial and venous system it is also important to note the characteristics of the skin, such as the presence of eczema, solar keratosis and edema (2, 5). The elderly frequently have fragile and thin skin. The presence of neuropathy with motor or sensory abnormalities and articular limitations should also be recorded (5). The presence of dyspnoea or neck vein distension should also be noted and congestive heart failure should be ruled out (5).



Fig. 6. Allen's test.

COLOR DOPPLER ULTRASONOGRAPHY

Color Doppler ultrasonography (CDU) is a complementary test to clinical history and physical examination in dialysis access planning. Although its biggest limitation of being operator-dependent, CDU allows detailed morphological and functional evaluation at a low-cost, without the use of contrast agents. Many authors consider preoperative ultrasound mapping crucial to increase native fistulas incidence and patency and reduce non-maturation (1-22). With the increasing number of elderly patients on dialysis and multiple comorbidities, physical

examination alone may miss important vascular lesions that can jeopardize a successful surgery.

Before progressing to CDU, it must be taken in consideration that the accurate examination of the vessels may be influenced by factors that induce vasoconstriction and should be previously adjusted, like a cold room/conductive gel or extreme anxiety.

A linear probe with a 5-7 MHz frequency should be selected. The exam can be performed following different methods, according to the operator's experience. Arterial system examination followed by venous system examination is the author's clinical practice and it will be presented in this form.

UPPER LIMB ARTERIAL SYSTEM EVALUATION

Both arms should be assessed, starting preferentially with the non-dominant. The examination of the upper extremity arteries allows the determination of the anatomy, diameter, intima-media thickness (IMT), patency, presence of calcifications or stenosis and flow pattern. It should be started in B-mode on each artery (from proximal to distal) and continued in Color Doppler to detect the correct vessel path and possible lesions that may hinder the maturation process or predispose to hand ischemia. The axillary artery will be the first to be examined, followed by the brachial artery at the pectoralis major level. Although less frequent than in the venous system, anatomical variations can also occur in the arterial system, as happens with the variations of the palmar arch and the high bifurcation of the brachial artery in 15-20 % of the patients (23). Albeit the radial and brachial arteries are the most frequently used for VA creation, the examination of the ulnar artery is mandatory to evaluate the risk of steal syndrome.

Many studies have shown that more than one size can be accepted as the minimum arterial diameter for a VA, although 2 mm seems to be a largely accepted limit in the absence of powered randomized studies (5). In calcified arteries, an hyperechoic vessel wall will be noted in B-mode with a shadow cone underneath. After adjustment of pulse repetition frequency (PRF) and color gain, the vascular lumen can be correctly visualized, and colorimetric representation of parts of a calcified vessel wall can be missing. *Aliasing* will be noted in stenotic areas. IMT assessment is not always possible since it requires a high resolution probe (24), but it has been associated with the risk of early failure in radio-cephalic fistulas (25).

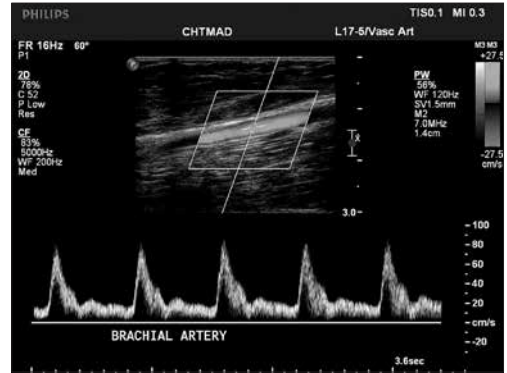


Fig. 7. **Ultrasound image of a brachial artery.**

Arterial flow pattern changes from a high resistivity triphasic flow (Fig. 7) before access creation to a low resistivity non-triphasic flow after VA construction. The Reactive Hyperemia test allows the evaluation of the arterial functional capacity or its ability to dilate and accommodate the flow increase. The test is performed by obtaining a spectral doppler waveform of the radial artery during induced ischemia (after the patient has clenched his fist for two minutes) and in the hyperemic phase. In a capable artery, the waveform should change from triphasic high-resistance flow to biphasic low-resistance flow. According to Malovrh, a resistive index < 0.7 during reactive hyperemia is associated with a functioning fistula (26).

UPPER LIMB VENOUS SYSTEM EVALUATION

All veins potentially usable for a VA should be examined, especially those most frequently used, as are the superficial veins, cephalic and basilic. Regarding the deep system, brachial veins may be studied in rare circumstances of other VA exhaustion, for future transposition.

Veins appear as anechoic circles easily compressed with the transducer. The assessment should focus on several parameters



Fig. 8. **Ultrasound image of upper arm cephalic vein.**

such as anatomy, diameter, patency, wall thickness, depth, presence of stenosis or thrombus, distensibility, compressibility and accessory veins (Fig. 8). Venous system should be evaluated with and without tourniquet to correctly determine distensibility.

Although many variations exist in venous anatomy, there is a typical pattern where the cephalic vein (CV) and the basilic vein (BV) are connected by the median cubital vein (MCV) at the antecubital fossa. A diving vein connects at this level the superficial and deep systems and can be used if necessary for access creation. The pathway of the cephalic vein at the forearm should be followed from the wrist, measuring its diameter at different levels and evaluating the artery proximity to decide the optimal level for anastomosis creation in the forearm. If possible, this is the primordial location of an AVF, considering that preserves more proximal vessels for future attempts. The presence of multiple accessory veins or with a diameter $> 70\%$ of the cephalic vein diameter has a 100% positive predictive value for RC-AVF non-maturation (27). Posteriorly, upper arm CV should be followed and close attention given to its depth and tortuosity. Superficialization may be necessary with a depth higher than 6 mm. There is often a lateral branch from the forearm CV that joins the CV at the arm some centimetres above

the antecubital fossa and that can eventually be used, depending on the distance from the brachial artery.

As with arterial size, there is no recommended standard size for veins. However, the minimum used thresholds mostly used are 2 and 2.5 mm (28, 29).

Due to its deep track in the arm, the basilic vein is protected from venopunctures and can represent a last resource for an autologous AVF in the upper limb. It can easily be found following the MCV into the medial segment of the arm. Its path should be followed to the forearm, where an AVF with the ulnar or radial arteries can be eventually performed. In the arm, BV usually bifurcates or joins the brachial veins, which can complicate transposition. Diameter evaluation can help decide if basilic transposition will be performed in one or 2 stages. There appears to be no difference in patency and maturation in large vessels, however, there is some evidence that the two-stages approach may be more successful with smaller veins (30). Many authors have recommended a two-stage approach if the basilic vein is < 4 mm in size (31-33).

The remaining veins (axillary and subclavian) are examined for patency and flow. Axillary vein diameter is important if a graft using that vein is considered an option. Additionally, indirect signs of central obstruction (absence of phasic flow with respiration) can be overlooked in the subclavian vein, although angiography is mandatory for confirmation and treatment.

LOWER LIMB VESSELS EVALUATION

When an upper limb VA is not possible or all options are exhausted, the groin may be considered as an alternative. The most frequent dialysis accesses in that location are native fistulas or grafts using the femoral

artery and the saphenous or superficial femoral veins. Although detailed vascular mapping of the lower limb is beyond the scope of this chapter, some basic evaluation can be performed if these type of VA is on the horizon (23) (table I).

Evaluate patency, diameter and length of the saphenous vein
Evaluate patency, diameter and length of the superficial femoral vein
Assess patency of the deep venous system
Determine ankle brachial indices
Evaluate size, morphology and flow in the femoral artery
Assess aorta and iliac arteries for atherosclerotic disease

Table I. **Main features to address during vascular mapping of the lower limb**

VENOGRAPHY

Venography is mandatory in the suspicion of central vein stenosis/trauma (5). This technique has a higher sensitivity than duplex ultrasound (1, 3, 4, 7, 9, 16). Duplex scan may not identify stenosis, behind the clavicle (9). The venography is the gold standard in identify and treating the central stenosis (4).

The limitations of venography are its invasiveness, the possibility of contrast-induced acute-nephropathy, cost, risk of allergic reaction and stenosis overestimation (7, 9, 16). The use of diluted iodinated contrast (low isosmolar contrast diluted 1:1) is relatively safe in patients with end stage kidney disease (3, 4).

CO² venography is an alternative technique in patients with residual renal function (1, 3, 9, 16). CO² is well tolerated, but may result in local pain, overestimation of vessel stenosis and right heart failure (9, 16).

CONCLUSION

Planning is essential to a successful AVF, due to the increased co-morbidities and age in hemodialysis population. It should start before AVF creation with a vessel preserving program and a timely referral. There are international recommendations to optimize the arteriovenous placement. However, the strategy for AVF creation should be tailored to each patient according to clinical history, physical and ultrasound examination.

We want to thank to the photographer Nelson Sousa and to the Interventional Radiologist, Pedro Marinho Lopes, due to their contribution to this chapter.

REFERENCES

- Ronco C, Levin NW. Hemodialysis Vascular Access and Peritoneal Dialysis Access. 2004:472.
- Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, et al. Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis. *Nefrología*. 2017;37(Supl 1):1-191. doi:10.1016/j.nefro.2017.11.004.
- Niyyar VD, Wasse H. Vessel Mapping for Dialysis Access Planning. *Semin Dial*. 2017;30(4):305-308. doi:10.1111/sdi.12594.
- Schmidli J, Widmer MK, Basile C, 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(6):757-818. doi:10.1016/j.ejvs.2018.02.001.
- Sidawy AN, Spergel LM, Besarab A, et al. The Society for Vascular Surgery: Clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2008;48(5 SUPPL.):2-25. doi:10.1016/j.jvs.2008.08.042.
- Kosa SD, Al-Jaishi AA, Moist L, Lok CE. Preoperative vascular access evaluation for haemodialysis patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015(9). doi:10.1002/14651858.CD007013.pub2.
- Lomonte C, Basile C. Preoperative assessment and planning of haemodialysis vascular access. *Clin Kidney J*. 2015;8(3):278-281. doi:10.1093/ckj/sfv022.
- Woo K, Lok CE. New insights into dialysis vascular access: What is the optimal vascular access type and timing of access creation in CKD and dialysis patients? *Clin J Am Soc Nephrol*. 2016;11(8):1487-1494. doi:10.2215/CJN.02190216.
- Marques MG, Ponce P. Pre-operative Assessment for Arteriovenous Fistula Placement for Dialysis. *Semin Dial*. 2017;30(1):58-62. doi:10.1111/sdi.12561.
- Alfano G, Fontana F, Iannaccone M, Noussan P, Cappelli G. Preoperative management of arteriovenous fistula (AVF) for hemodialysis. *J Vasc Access*. 2017;18(6):1-13. doi:10.5301/jva.5000771.
- Gage SM, Lawson JH. Forearm versus upper arm grafts for vascular access. *J Vasc Access*. 2017;18(Suppl 1):S77-S81. doi:10.5301/jva.5000688.
- Scholz H. *Arteriovenous Access Surgery*; 2015. doi:10.1007/978-3-642-41139-7.
- Scott B. *Vascular Access in Clinical Practice*; 2002.
- Egdahl RH. *Manual of Vascular Access, Organ Donation, and Transplantation*; 2012. <https://books.google.com/books?id=kyrUBwAAQBAJ&pgis=1>.
- Sequeira A, Naljayam M, Vachharajani TJ. Vascular Access Guidelines: Summary, Rationale, and Controversies. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2017;20(1):2-8. doi:10.1053/j.tvir.2016.11.001
- Brown PWG. Preoperative radiological assessment for vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006;31(1):64-69. doi:10.1016/j.ejvs.2005.10.002.
- Malovrh M. Non-invasive evaluation of vessels by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 1998;13(1):125-9.
- Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, et al. Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney Int*. 2001 Nov;60(5):2013-20.
- Malovrh M. Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *Am J Kidney Dis*. 2002 Jun;39(6):1218-25.
- Smith GE, Samuel N, Khan J, et al. Targeted duplex ultrasound in a one-stop dialysis vascular access assessment clinic. *Ann Vasc Surg*. 2011;25(8):1099-1103.
- Ilhan G, Esi E, Bozok S, et al. The clinical utility of vascular mapping with Doppler ultrasound prior to arteriovenous fistula construction for hemodialysis access. *J Vasc Access*. 2013;14(1):83-8.
- Ferring M, Claridge M, Smith SA, et al. Routine preoperative vascular ultrasound improves patency and use of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized trial. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5: 2236-44.
- Davidson I, Chan D, Dolmatch B, et al. Duplex ultrasound evaluation for dialysis access selection and maintenance: a practical guide. *J Vasc Access* 2008; 9: 1-9.
- Simon A, Garipey J, Chironi G, et al. Intima-media thickness: a new tool for diagnosis and treatment of cardiovascular risk. *J Hypertens* 2002; 20: 159-69.
- Kim YO, Choi YJ, Kim JI, et al. The impact of intima-media thickness of radial artery on early failure of radio-cephalic arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Korean Med Sci* 2006; 21(2): 284-9.
- Malovrh M. Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *Am J Kidney Dis*. 2002 Jun;39(6):1218-25.
- Planken RN, Duijm LE, Kessels AG, et al. Accessory veins and radial-cephalic arteriovenous fistula non-maturation: a prospective analysis using contrast-enhanced magnetic resonance angiography. *J Vasc Access*. 2007; 8(4): 281-6.
- Silva MB Jr, Hobson RW 2nd, Pappas PJ, et al. A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg* 1998; 27:302-308.
- Mendes RR, Farber MA, Marston WA, et al. Prediction of wrist arteriovenous fistula maturation with preoperative vein mapping with ultrasonography. *J Vasc Surg* 2002; 36: 460-3.
- Cooper J, Power AH, DeRose G, et al. Similar failure and patency rates when comparing one- and two-stage basilic vein transposition. *J Vasc Surg* 2015; 61(3):809-16.
- Kakkos SK, Haddad GK, Weaver MR, et al. Basilic vein transposition: what is the optimal technique? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 39:612-9.
- Hill BB, Chan AK, Faruqi RM, et al. Keyhole technique for autologous brachiobasilic transposition arteriovenous fistula. *J Vasc Surg* 2005; 42:945-50.
- Arroyo MR, Sideman MJ, Spergel L, Jennings WC. Primary and staged transposition arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg* 2008; 47:1279-83.

Planificación del primer acceso vascular de hemodiálisis con eco Doppler

IGNACIO HERNÁNDEZ-LAHOZ, JUAN CARLOS MOY, MÓNICA LÓPEZ-RATÓN*,
ROBERTO SALVADOR** Y RAÚL GARCÍA

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Montecelo. Pontevedra. España

* *Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. España*

** *Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario de Salamanca. Salamanca. España*

INTRODUCCIÓN

Las fistulas arteriovenosas nativas del miembro superior son la primera elección para iniciar la hemodiálisis (1). La exploración física era hace unos años la única herramienta que se utilizaba para la elección del acceso vascular. En la actualidad, las guías de práctica clínica (KDOQI) recomiendan para mejorar los resultados, realizar un estudio ecográfico de la extremidad superior antes de la intervención (2).

La evaluación clínica y ecográfica del paciente en la misma consulta, permite optimizar los recursos; disminuyendo los costes y agilizando los tiempos de espera del paciente, tan importantes en el grado avanzado de insuficiencia renal que presentan (3).

El objetivo del estudio es evaluar los resultados del primer acceso vascular de hemodiálisis, planificados clínica y ecográficamente en la misma consulta.

MATERIAL Y METODOS

Estudio prospectivo de pacientes intervenidos del primer acceso vascular nativo de hemodiálisis en el periodo comprendido

entre abril de 2011 y diciembre de 2013 en nuestro hospital.

Incluimos a todos los pacientes con insuficiencia renal crónica, con estadios IV y V (2) que son remitidos a nuestro Servicio desde el Servicio de Nefrología para la realización del primer acceso vascular de hemodiálisis. Se excluyeron a todos los pacientes con fistulas arteriovenosas previas.

Las variables de comorbilidad que se analizaron fueron las siguientes: edad, género, hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipemia, cardiopatía isquémica, hábito tabáquico, enfermedad arterial periférica y catéteres centrales ipsilaterales y contralaterales previos, el éxito técnico, la maduración del acceso vascular, la permeabilidad primaria, permeabilidad primaria asistida y supervivencia.

Los pacientes se valoraron en nuestra consulta con una demora de una semana. Las intervenciones se priorizaron de acuerdo con el grado de insuficiencia renal. Los pacientes con insuficiencia renal grado V se intervinieron en una o dos semanas y los de grado IV, entre dos y cuatro semanas. Todos los pacientes fueron evaluados clínica y ecográficamente e intervenidos por los mismos médicos (IHL&RS). La evaluación clínica y ecográfica se realizó en el mismo acto. El estudio fue aprobado por el Comité de ética de nuestro hospital.

EVALUACIÓN ECOGRÁFICA

La ecoDoppler fue realizada con ecógrafo Philips HD11. En la ecografía venosa definimos como vena apta aquella que no es flebítica en todo su trayecto, > 2 mm de diámetro y la vena subclavia tenga flujo bifásico. Se considera apta la arteria de > 2 mm de diámetro, con una velocidad sistólica media > 35 cm/sg. El estudio ecográfico se demoró entre cinco y diez minutos por paciente.

SEGUIMIENTO

Los pacientes intervenidos se evaluaron a la semana en nuestras consultas externas, valorando la herida quirúrgica y la presencia de *thrill* en los primeros centímetros del trayecto de la fístula. Posteriormente, el Servicio de Nefrología realizaba el seguimiento. Si el acceso vascular no maduraba correctamente a las seis semanas, se hacía un eco Doppler y se evaluaba realizar una angioplastia o la creación de un nuevo acceso vascular.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 17.0. Se consideró estadísticamente significativa cuando el valor de p era inferior a 0,05. La prueba exacta de Fisher y la prueba de χ^2 se utilizaron para comparar las variables cualitativas. En el caso de variables continuas, se empleó la prueba de la t de Student. Se utilizó para evaluar la pérdida de la permeabilidad en la muestra, el método de Kaplan-Meier.

RESULTADOS

En el periodo del estudio, se realizó el primer acceso vascular con fístula arteriovenosa nativa, a 100 pacientes. 32 pacientes (32 %) se

estaban dializando a través de catéteres venosos centrales en el momento de la intervención y 68 pacientes (68 %) estaban en situación de prediálisis.

En total, había 64 (64 %) varones. La media de edad era de 71 años (16-89). En 84 pacientes (84 %) se hizo el acceso vascular en miembro superior izquierdo y en 16 (16 %) en miembro superior derecho. Los principales factores de riesgo eran: hipertensión arterial, n=92 (92 %), dislipemia, n=68 (68 %) y diabetes mellitus, n=41 (41 %). Ver Tabla 1.

VARIABLES	n=100
Hombres	64 (64 %)
Edad mediana	71 (16-89)
Hipertensión arterial	92 (92 %)
Dislipemia	68 (68 %)
Diabetes mellitus	41 (41 %)
Cardiopatía isquémica	32 (32 %)
Catéter contralateral	26 (26 %)
Arteriopatía periférica	16 (16 %)
Insuficiencia cardíaca	13 (13 %)
Hábito tabáquico	13 (13 %)
Catéter ipsilateral	6 (6 %)

Tabla 1. Características demográficas y factores de riesgo de pacientes.

Las fístulas arteriovenosas realizadas fueron: Brescia-Cimino, 42 (42 %), humerocefálica, 41 (41 %), humerobasilica, n=13 (13 %) y fístula de Gracz, n=4 (4 %). No hubo ningún fracaso intraoperatorio. Un paciente se reintervino por hematoma y fue dado de alta al día siguiente de la intervención. El resto de pacientes se trataron de manera ambulatoria. No hubo complicaciones médicas ni mortalidad perioperatoria.

El estado de las fístulas arteriovenosas en el seguimiento fue: 19 pacientes (19 %) tenían la fístula madura en prediálisis, 59 (59 %) estaban

puncionándose en hemodiálisis, a 12 pacientes (12%) se les trombosó la fístula en prediálisis (seis en las primeras seis semanas y otros seis posteriormente) y a 10 pacientes (10%) se les trombosó la fístula utilizándose en hemodiálisis. Ver Tabla 2.

El seguimiento fue de 14,2 meses (1,2-32,4). La permeabilidad primaria a los 3, 6 y 12 meses fue del 91 %, 81 % y 61 % respectivamente y la permeabilidad primaria asistida fue del 91 %, 83 % y 68 % respectivamente. Figuras 1 y 2.

Estado del acceso vascular	n (%)
Fístulas maduras en prediálisis	19 (19%)
Fístulas puncionándose en hemodiálisis	59 (59%)
Fístulas trombosadas < 6 semanas en prediálisis	6 (6%)
Fístulas trombosadas > 6 semanas en prediálisis	6 (6%)
Fístulas trombosadas en hemodiálisis	10 (10%)
Total pacientes	100 (100%)

Tabla 2. **Maduración de los accesos vasculares en prediálisis y en hemodiálisis**

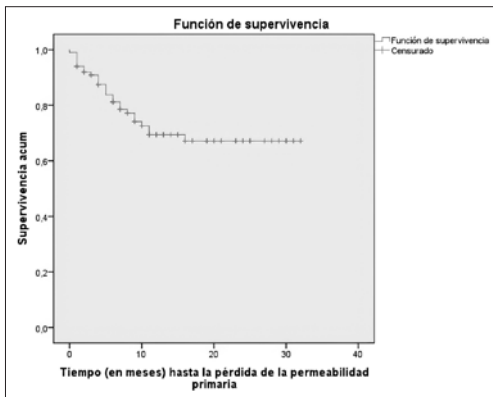


Fig. 1. **Kaplan Meier de Permeabilidad primaria.**

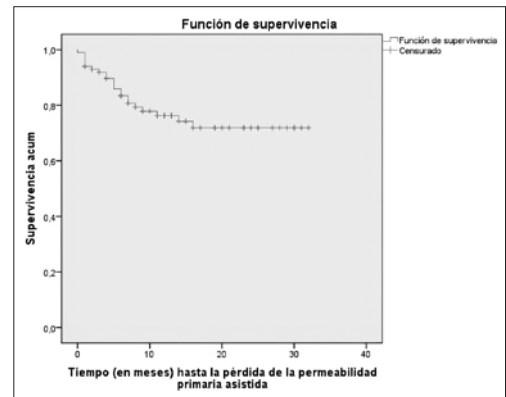


Fig. 2. **Kaplan Meier de Permeabilidad primaria asistida.**

Según el tipo de acceso vascular, la permeabilidad primaria a los 3, 6 y 12 meses fue: Brescia-Cimino 84 %, 69 % y 48 %, humerocefálica 95 %, 85 % y 68 % humerobasílica y Gracz del 100 %. La permeabilidad primaria asistida a los 3, 6 y 12 meses fue: Brescia-Cimino 84 %, 72 % y 58 %, humerocefálica 95 %, 88 % y 72 %, humerobasílica y Gracz del 100 %.

En tres pacientes (3 %), los hallazgos eco-gráficos y el planteamiento inicial del acceso propuesto no fue el realizado. Dos pacientes tenían la vena del antebrazo flebitica y un

paciente tenía una arteria radial de muy pequeño calibre. En los tres casos, se hicieron fístulas arteriovenosas humerocefálicas en el mismo momento, con buen resultado y continúan permeables.

No se detectaron asociaciones estadísticamente significativas entre la permeabilidad y los factores de riesgos estudiados (edad, género, hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipemia, cardiopatía isquémica, hábito tabáquico, enfermedad arterial periférica y catéteres centrales ipsilaterales/contralaterales).

Fallecieron seis (6 %) pacientes en el seguimiento, cinco de ellos en el primer año. Las causas de muerte en el seguimiento fueron: infarto agudo de miocardio (n=1), insuficiencia cardíaca (n=1), insuficiencia respiratoria (n=2), neoplasia de pulmón (n=1) y complicación postoperatoria de cirugía prostática (n=1). Todos los pacientes tenían la fístula arteriovenosa permeable en el momento del *exitus*.

DISCUSIÓN

Existen grandes ventajas cuando se inicia la hemodiálisis con una fístula arteriovenosa nativa, respecto a iniciarla con un catéter venoso central; hay una mayor durabilidad, menor riesgo de infecciones, menor coste y una mayor supervivencia (1,2).

Hasta hace poco tiempo, la anamnesis y la exploración física del paciente eran las únicas herramientas que se utilizaban para planificar un acceso vascular. En algunas ocasiones, el paciente tiene venas de gran calibre, sin antecedente de canulación venosa ni de catéter venoso central y con una correcta exploración arterial. En estos casos, los resultados no difieren significativamente de cuando se usa ecografía preoperatoria (4).

Sin embargo, la realidad es distinta y planificar un acceso vascular solo con la anamnesis y la exploración física presenta grandes desventajas. Más de un 30 % de vasos adecuados para realizar una fístula arteriovenosa no se identifican con la exploración y sí con la ecografía (5, 6). Por el contrario, la ecografía no difiere apenas con los hallazgos intraoperatorios (3). En nuestra serie de 100 pacientes con ecografía preoperatoria, solo en tres casos (3 %) se modificó la estrategia intraoperatoria.

Las guías de práctica clínica recomiendan realizar un eco Doppler de forma sistemática, previo a hacer un acceso vascular. Existe un gran número de pacientes obesos en los que

a la exploración no se visualizan venas aptas. Los pacientes con antecedentes de canulación de venas presentan a menudo flebitis, que se visualizan con un examen ecográfico. El estudio de las venas centrales es importante pues un gran número de pacientes ha tenido previamente un catéter central. El eco Doppler pierde fiabilidad en el estudio de las venas centrales pero aporta información indirecta sobre su permeabilidad (2, 7, 8).

El eco Doppler aporta información del diámetro, permeabilidad y parámetros funcionales de los vasos. No existe un criterio unánime sobre el calibre mínimo de las arterias y venas para que una fístula tenga mayor éxito. Autores como Silva *et al* recomiendan tener un calibre de al menos 2 mm en la arteria y de 2,5 mm en la vena, con fracasos precoces del 8 % y permeabilidad del 83 % al año (5). Otros autores como Mendes *et al* y Glass *et al* recomiendan tener venas y arterias de al menos 2 mm para obtener cifras de maduración entre el 59 % y 76 % (9, 10).

En nuestra casuística, usamos como criterio para realizar una fístula, un diámetro mínimo de 2 mm en la arteria y en la vena y obtuvimos una permeabilidad primaria y primaria asistida al año del 61 % y 68 %. Por otra parte, la maduración fue del 88 %. Seis (6 %) fístulas se trombosaron en las primeras seis semanas y otras seis fístulas (6 %) posteriormente, sin que llegaran a madurar. Pensamos que si hubiéramos incluido solo fístulas con venas de > 2,5 mm, la permeabilidad habría sido mayor. Además los seis pacientes que fallecieron tenían la fístula funcionando, y esto ha podido influir también en los resultados de la permeabilidad.

La evaluación clínica y ecográfica en la misma consulta por el médico que va a intervenir el acceso vascular, permite reducir los costes y agilizar los tiempos de espera (3). En una misma visita, el paciente tiene planificado su primer acceso vascular y una fecha estimada de cirugía que habitualmente se realiza

entre una y cuatro semanas, dependiendo de la necesidad del paciente. El estudio ecográfico en la misma consulta, no demora más de 5-10 minutos.

Diferentes factores pueden influir en la permeabilidad del acceso vascular de hemodiálisis. Los pacientes con edad avanzada, diabetes mellitus, enfermedad arterial periférica y hábito tabáquico tienen una menor permeabilidad (11). En nuestra serie de cien pacientes, no se detectó significación estadística con la permeabilidad y los diferentes factores de riesgo vascular analizados, aunque esto probablemente se deba al tamaño muestral de nuestro estudio.

Finalmente, la planificación del primer acceso vascular con eco Doppler y en la misma consulta, presenta buenos resultados perioratorios, cifras altas de maduración y minimiza los costes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sidawy AN, Spergel LM, Besarab A, Allon M, Jennings WC, Padberg Jr. FT, et al. The society for vascular surgery: clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. *J Vasc Surg* 2008; 48: 25-25S.
2. National Kidney Foundation: KDOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access, Update 2006. *Am J Kidney Dis* 2006; 48: S227-S409.
3. Smith GE, Samuel N, Khan J, Johnson BF, Chetter IC. Targeted duplex ultrasound in a one-stop dialysis vascular access assessment clinic. *Ann Vasc Surg* 2011; 25: 1099-1103.
4. Nursal TZ, Oguzkurt L, Tercan F, Torer N, Noyan T, Harakayali H, et al. Is routine preoperative ultrasonographic mapping for arteriovenous fistula creation necessary in patients with favorable physical examination findings? Results of a randomized controlled trial. *World J Surg* 2006; 30: 1100-1107.
5. 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: 302-307.
6. Robbin ML, Gallichio MH, Deierhoi MH, Young CJ, Weber TM, Allon M. US vascular mapping before hemodialysis access placement. *Radiology* 2000; 217: 83-88.
7. Vassalotti JA, Falk A, Cohl ED, Uribarri J, Teodorescu V. Obese and non-obese hemodialysis patients have a similar prevalence of functioning arteriovenous fistula using preoperative vein mapping. *Clin Nephrol* 2002; 58: 211-214.
8. Lynch JR, Mohan S, McClellan WM. Achieving the goal: results from the Fistula First Breakthrough Initiative. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2011; 20: 583-592.
9. Mendes RR, Farber MA, Marston WA, Dinwiddie LC, Keagy BA, Burnham SJ. Prediction of wrist arteriovenous fistula maturation with preoperative vein mapping with ultrasonography. *J Vasc Surg* 2002; 36: 460-463.
10. Glass C, Johansson M, DiGragio W, Illig KA. A meta-analysis of preoperative duplex ultrasound vessel diameters for successful radiocephalic fistula placement. *J Vasc Ultrasound* 2009; 33: 65-68.
11. Smith GE, Gohil R, Chetter IC. Factors affecting the patency of arteriovenous fistulas for dialysis access. *J Vasc Surg* 2012; 55: 849-855.

Anestesia para la realización de los accesos de hemodiálisis

FELIPE MUÑOZ, GEMA RODRÍGUEZ E ICIAR MARTÍNEZ-ALMEIDA

Servicio de Angiología y Reanimación del Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) constituye un problema para la salud pública mundial. Estos pacientes suelen ser llevados a cirugías relacionadas con la diálisis o con sus patologías asociadas. El manejo perioperatorio de la ERC es complejo y de riesgo por la disfunción renal y la patología médica asociada (1).

La prevalencia de la ERC es del 13 %, y está aumentando al mantenerse alta la incidencia de sus principales causas: la hipertensión arterial y la diabetes mellitus (1). Además constituye un grupo de pacientes con una tasa elevada de factores de riesgo cardiovascular.

El incremento progresivo del número de pacientes con ERC y consecuentemente aquellos que necesitan terapias sustitutivas renales está alcanzando cifras consideradas epidémicas, presentando una tasa de crecimiento anual del 5-8 % en los países desarrollados, tanto de Norteamérica como de Europa.

Los pacientes con ERC (FG < 50 ml/min y creatinina > 2 mg/dl) o estables en diálisis son considerados por los sistemas de estratificación del riesgo como ASA III (2). Estos aspectos nos llevan a adoptar estrategias de prevención y detección precoz de la enfermedad como guía del tratamiento anestésico (3, 4).

EVALUACIÓN PREANESTÉSICA

Los avances en el tratamiento de los pacientes con ERC han elevado su expectativa

de vida, provocando una mayor frecuencia de intervenciones quirúrgicas en ellos por causas relacionadas o no con su proceso renal. Por ello, el anestesiólogo debe estar familiarizado con los diferentes aspectos de esta enfermedad, en aras de ofrecer sus servicios con suficiente seguridad (5).

En el estudio preoperatorio realizamos una evaluación completa del estado clínico del paciente y valoramos las probables complicaciones durante el periodo perioperatorio, proporcionando un perfil de riesgo clínico que nos permita realizar las intervenciones con la menor morbilidad y mortalidad (6).

The National Kidney Foundation recomienda evaluar el diagnóstico etiológico, las enfermedades asociadas, el nivel de función renal, las complicaciones y estimar el riesgo de pérdida de función renal y de complicaciones cardiovasculares. En la valoración preanestésica sumamos estos parámetros al riesgo inherente del procedimiento quirúrgico para optimizar los factores de riesgo (7).

I.1. EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN RENAL

The National Kidney Foundation define la ERC como el daño estructural o funcional de tejido renal que perdura durante tres meses o más, con disminución de la tasa de filtrado glomerular (TFG) por debajo de 60 ml/kg (8, 9).

La TFG mide la capacidad del riñón para filtrar la sangre y se estandarizó para el esquema de clasificación de la severidad de la ERC (tabla 1).

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA

Estadio	Descripción	TFG (ml/min/1,73m ²)
	Paciente con fac. de riesgo	> 90
1	Daño renal y TFG normal	> 90
2	Daño renal con ↓ leve TFG	60-89
3	Moderada ↓ TFG	30-59
4	Severa ↓ TFG	15-29
5	Fallo renal	< 15 (o en diálisis)

Adaptado de: National Kidney Foundation and Kidney Disease. Outcomes Quality Initiative. American Journal Kidney Disease 2002

El marcador más usado en la práctica clínica para cuantificar la función renal es la creatinina sérica. Sin embargo, también representa la función metabólica muscular, lo que puede ocasionar que veamos a pacientes de edad avanzada con enfermedades crónicas y cifras normales de creatinina sérica, pero con tasas de filtración glomerular disminuidas (10).

Por tanto la evaluación de la función renal la basaremos en el aclaramiento de creatinina, a través de la ecuación de Cockcroft-Gault (11), que es la más utilizada y representa el volumen de plasma que el riñón puede aclarar de creatinina en un minuto y se calcula mediante dicha ecuación:

$$\text{Aclaramiento creatinina (ml/min)} = \frac{(140 - \text{edad}) \times \text{peso (kg)}}{72 \times \text{CR sérica (mg/dl)}} \times 0.85 \text{ si es mujer}$$

1.2. SISTEMA CARDIOVASCULAR

Los pacientes con ERC tienen un mayor riesgo de complicaciones cardiovasculares (infarto agudo de miocardio, arritmias, disfunción ventricular o muerte de origen cardíaco). Los nefrólogos y cardiólogos hacen especial énfasis en un nuevo paradigma de identificación precoz de la afección renal para iniciar lo antes posible las estrategias de prevención de los eventos cardiovasculares y la progresión de la nefropatía (12).

Según el estudio realizado por Manjunath *et al.* por cada descenso de 10 ml/min en la

tasa de filtración glomerular, se incrementa el riesgo de enfermedad coronaria en pacientes de 45 a 64 años (13). En el estudio Herat Outcomes and Prevention Evaluation (HOPE) se encontró un riesgo elevado de muerte cardiovascular en pacientes con niveles séricos de creatinina entre 1.4 y 2.3 mg/dl, independientemente del tratamiento (14).

Para la valoración preoperatoria del paciente cardíopata, existen múltiples índices de predicción de complicaciones cardiovasculares (15, 16).

El hallazgo más frecuente que encontramos en el estudio preoperatorio de estos

pacientes suele ser la Hipertensión arterial moderada o severa, pudiendo ser en ocasiones la causa primaria del problema renal o por tasas incrementadas de la secreción de renina y/o del incremento del volumen circulante (17). La enfermedad cardíaca tiene dos presentaciones típicas: la enfermedad coronaria y la hipertrofia ventricular.

Por tanto, en la historia clínica debemos reflejar la patología cardiovascular asociada: Hipertensión arterial, infarto agudo de miocardio reciente, episodios de insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedad valvular cardíaca moderada o severa y arritmias. Se debe

establecer la capacidad funcional expresada en MET (equivalentes metabólicos) según la clasificación adoptada por la American Heart Association (AHA), en ella, los pacientes con capacidad funcional < 4 MET habitualmente requieren estudios adicionales para evaluar el riesgo cardiovascular (18) (tabla 2). Basándonos en el principio de valoración de la severidad de la enfermedad renal y de la intervención quirúrgica programada (9), se ha sugerido que los pacientes con ERC en estadio I y II y capacidad funcional > 4 MET que se someten a cirugía de riesgo bajo o intermedio no requieren estudio adicional.

TABLA 2. ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS EXPRESADOS EN MET

1 MET a 4 MET ¿Se puede cuidar por sí mismo? ¿Come y se viste solo? ¿Camina plano en casa? ¿Sube dos escalones? ¿lava platos? ¿barre?	> 4 MET ¿Sube un tramo de escaleras? ¿Camina 100 metros? ¿Juega tenis dobles? ¿mueve muebles pesados?
4 MET	> 10 MET ¿ Nada o corre rapidamente? ¿rema, juega un partido de baloncesto o practica deportes de competición?

Adaptado de: Journal of the American College of Cardiology, 2009;54(22);e 13-118.

El ECG basal en pacientes con ERC puede mostrarnos cambios inespecíficos como hipertrofia ventricular izquierda, trastornos hidroelectrolíticos y signos de pericarditis urémica, dificultando la evaluación de la enfermedad coronaria.

Según las guías de evaluación preoperatoria de la AHA, es una recomendación lib realizar una prueba de estrés no invasiva en pacientes con uno o más factores de riesgo cardiovascular y capacidad funcional < 4 MET. Así, el ecocardiograma de estrés con dobutamina otorga una buena sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de la enfermedad coronaria en pacientes con ERC.

1.3. SISTEMA HEMATOPOYÉTICO

La alteración hematológica más frecuente e importante en los pacientes con ERC es la anemia. En su génesis participa el déficit de eritropoyetina, la atrofia medular urémica y el descenso de la vida media útil del eritrocito (19). El límite inferior sugerido 11 gr/dl y es tratado de forma habitual en estos pacientes con suplementos de eritropoyetina y administración de hierro.

También destaca desde el punto de vista hematológico la tendencia hemorrágica observada en los pacientes urémicos, atribuible con la disminución del factor Von Willebrand y al déficit del factor plaquetario III.

I.4. SISTEMA NERVIOSO

En el estudio preoperatorio de pacientes con ERC se deberá evaluar la presencia de Neuropatía autonómica. Esta patología se presenta fundamentalmente en pacientes diabéticos, alcoholismo crónico o pacientes con ERC.

Se ha demostrado que los pacientes con neuropatía autonómica tienen un riesgo aumentado de muerte durante la anestesia (20).

Los nervios periféricos pueden resultar afectados en la ERC, dando una neuropatía periférica cuya clínica más frecuente se presenta como dolor y disestesias en las extremidades.

I.5. SISTEMA RESPIRATORIO

Los riñones y los pulmones están interrelacionados fisiopatológicamente, así cambios respiratorios amortiguan los trastornos ácido-básicos inducidos por la patología renal.

Las complicaciones pulmonares en la ERC incluyen el edema pulmonar, pleuritis, anomalías de la circulación pulmonar, Hipertensión pulmonar en un 10 % de los pacientes y apnea obstructiva del sueño en un 30 % de ellos.

Estas alteraciones pueden afectar al paciente en quirófano durante la anestesia, comprometiendo la ventilación mecánica, interfiriendo en el destete y con la aparición de hipoxemias relativas.

ANESTESIA EN LA CIRUGÍA DE FÍSTULAS ARTERIOVENOSAS

La intervención para crear una fístula arteriovenosa es de suma importancia para la evolución futura del paciente en hemodiálisis y un conocido factor que influye en la supervivencia de los pacientes en hemodiálisis (21, 22).

La práctica totalidad de las intervenciones (sea cual sea el tipo de fístula arteriovenosa y su localización) se indican bajo anestesia local. Sin embargo se indican otras técnicas anestésicas diferentes, ya sea anestesia general o loco-regional en algunas circunstancias, entre las que destacan:

- Cirugía por infecciones graves.
- Falta de colaboración del paciente.
- Necesidad de disección amplia, sobre todo en fístulas protésicas o en reparaciones complejas.

Es destacable por otra parte la posibilidad de realizar estas intervenciones dentro de programas de cirugía ambulatoria.

I. ANESTESIA LOCAL

La realización de fístulas arteriovenosas son intervenciones que se realizan en un campo quirúrgico limitado en su extensión y en profundidad, condiciones óptimas para el uso de anestesia local. Por estos motivos, salvo en contadas excepciones, la cirugía relacionada con las fístulas arteriovenosas puede realizarse con anestesia local y en régimen de cirugía ambulatoria (23, 24).

En nuestro centro, el anestésico usado con mayor frecuencia en este tipo de intervenciones es la mepivacaina. Pautamos mepivacaina 1 % y la dosis total no debe exceder de 5-6 mg/kg. En ocasiones se puede optar por bupivacaina 0.25 %.

2. TRATAMIENTO ANESTÉSICO

Los objetivos del tratamiento anestésico son evitar el deterioro de la función renal, considerar la dosificación de los fármacos y el mantenimiento del equilibrio hidroelectrolítico y hemodinámico.

La premedicación en estos pacientes que llegan a quirófano es requerida para disminuir

la depresión y la ansiedad preoperatoria, siendo de elección el uso de benzodicepinas de acción corta, como el midazolam.

La Monitorización intraoperatoria básica para estas intervenciones quirúrgicas incluye ECG de tres derivaciones, presión arterial no invasiva, saturación de oxígeno, capnografía, temperatura, diuresis y monitorización del bloqueo neuromuscular.

La Técnica Anestésica que emplearemos se decide entre anestesia loco-regional o anestesia general después del análisis de los pros y contra de cada una de ellas. La anestesia loco-regional tiene como ventajas una mayor estabilidad hemodinámica, una menor incidencia de eventos coronarios y el mejor control del dolor postoperatorio.

No se han publicado diferencias significativas entre ambas técnicas sobre la repercusión

hemodinámica y sobre los efectos en la función renal del paciente.

2.1. Anestesia Loco-regional

El plexo braquial puede ser bloqueado en cinco ámbitos diferentes: interescalénico, supraclavicular, infraclavicular, axilar y humeral medio. En nuestro hospital para esta cirugía se practican sobre todo el abordaje supraclavicular, infraclavicular y axilar, decidiéndose la técnica en función de la localización de la cirugía y la experiencia del anestesiólogo.

Los anestésicos utilizados en nuestro hospital con mayor frecuencia para la realización de estos bloqueos son la mepivacaína 1 % y bupivacaína 0.50 %. Las dosis son de 0.5 ml/kg hasta 50 ml como máximo.

TABLA 3. BLOQUEO AXILAR: ANESTÉSICOS RECOMENDADOS Y CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUEO

Fármaco	Concentración	Dosis por nervio	Dosis única	Tiempo de latencia	Duración
Mepivacaína	1-1.5 %	6-10 ml	40-50 ml	10-20 min	2-4 h
Lidocaína	1-1.5 %	6-10 ml	40-50 ml	10-20 min	2-4 h
Bupivacaína/levobupivacina	0.25-0.50 %	6-10 ml	40-50 ml	10-20 min	3-5 h
Ropivacaína	0.50-0.75 %	6-10 ml	40-50 ml	10-20 min	3-5 h

Adaptado de Anestesiología y Reanimación: una guía práctica. 2015

No parecen existir particularidades notables en la farmacocinética de los anestésicos locales en pacientes con ERC. Sin embargo, la aplicación de soluciones anestésicas en pacientes con alta incidencia de neuropatía periférica y autonómica podría implicar una mayor neurotoxicidad, relación que aún no se ha podido establecer en pacientes con ERC (20).

2.2. Anestesia General

En la selección de los agentes anestésicos debemos considerar los siguientes factores:

volemia, patología asociada, alteraciones farmacocinéticas y cuando fue la última diálisis en el caso de que el paciente ya se esté dializando.

Para la inducción anestésica podemos administrar propofol, ya que no se ve alterada su farmacocinética. Es ampliamente usado en pacientes con ERC. En caso de que estos pacientes tengan patología cardíaca concomitante se puede usar como inductor el etomidato, por su menor efecto cardiodepresor.

El paciente urémico presenta una elevada sensibilidad a las dosis habituales de

benzodicepinas que con frecuencia pueden ocasionar depresión respiratoria. Por tanto es aconsejable titular y disminuir sus dosis.

El empleo de relajantes neuromusculares en pacientes con enfermedad renal crónica pudiera constituir el principal problema de farmacocinética para los anestesiólogos, debido a la necesidad de la vía renal para su eliminación.

Los relajantes neuromusculares más usados en estos pacientes son el atracurio y el cisatracurio, ya que son eliminados por hidrólisis alcalina en el suero, siendo éste, un mecanismo independiente de la vía renal y hepática, aunque se puede metabolizar parcialmente por vía de la enzima colinesterasa (plasmática y hepática) (25, 26). El cisatracurio es más potente y da más estabilidad en los pacientes cardiopatas (27).

Por otra parte, el rocuronio en dosis de 0.6 mg/kg determina en pacientes con insuficiencia renal crónica un tiempo de inicio similar que en pacientes con una función renal conservada, pero prolonga significativamente la duración de acción y el tiempo de recuperación (28). Estos autores encuentran que el rocuronio a dosis de 0.3 mg/Kg en pacientes con ERC no existen diferencias en relación a los pacientes con función renal normal en tiempo de inicio y de recuperación. Por tanto, el rocuronio es una buena alternativa como relajantes neuromusculares en estos pacientes (29).

Recientemente se está utilizando sugmadex, una γ -ciclodextrina modificada para revertir los bloqueos neuromusculares inducidos por rocuronio y vecuronio. En su uso no se encuentran diferencias significativas en ensayos realizados entre los pacientes con función renal conservada y pacientes con insuficiencia renal grave, teniendo tiempos de recuperación del bloqueo inducido por rocuronio (30).

Los agentes inhalatorios parecen tener varias ventajas sobre los agentes intravenosos, al no depender de la vía renal de eliminación y por la disminución de necesidades de relajantes

neuromusculares, por ello son fármacos apropiados en la ERC.

Todos los agentes inhalatorios disminuyen el flujo sanguíneo renal y el filtrado glomerular en proporción a la dosis. El metabolismo del enflurano resulta en niveles de fluor inorgánico nefrotóxicos, por lo cual no está indicado en pacientes con ERC.

La seguridad del uso de sevoflurano en pacientes con ERC ha sido ampliamente estudiado y debatido, si bien con su uso se determinan altos niveles de fluor inorgánico, no se ha encontrado que produzca daño renal. El sevoflurano además es degradado por los absorbentes del CO² formando el Compuesto A, que en ratas es nefrotóxico provocando una necrosis tubular proximal (31). No se han publicado casos de daño renal asociado al compuesto A. Aún así, no se recomienda el uso de sevoflurano en estos pacientes con flujos bajos de gas fresco (< 1 l/min). Por el contrario, el sevoflurano ha demostrado tener efectos antiinflamatorios y antinecróticos en particular sobre la injuria isquémica renal de reperfusión.

El isoflurano determina una pequeña concentración de fluor y un poco probable daño renal.

El uso clínico de los analgésicos opioides se altera en la ERC, pues su aclaramiento está disminuido y se produce una acumulación de productos tóxicos o activos (32). El perfil farmacocinético del fentanilo y alfentanilo es seguro, ya que su farmacocinética no se ve alterada. Sin embargo debemos tomar precauciones con el uso de morfina en los pacientes con ERC y disminuir su dosis por el riesgo de depresión respiratoria.

El remifentanilo es metabolizado por esterasas plasmáticas y tisulares no específicas (33). En pacientes con ERC se producen variaciones farmacocinéticas por una reducción del volumen de distribución. El principal metabolito (GR90291) aumenta su concentración plasmática pero con efectos adversos leves como la somnolencia, náuseas y vómitos.

2.3. Reposición hidroelectrolítica

La administración de líquidos endovenosos es un eje fundamental dentro de los cuidados perioperatorios de un paciente con ERC. La mejor opción es una optimización individual con el objetivo de mantener el volumen intravascular.

La controversia histórica entre cristaloides y coloides aún se mantiene y no hay evidencias de que el tipo de fluido administrado tenga influencia sobre la mortalidad.

En general es más importante el reemplazo de un volumen apropiado que el tipo o clase de fluido administrado. Habitualmente se pauta solución salina fisiológica que no es nefrotóxico, pero con limitado efecto de expansión de volumen. Si lo administramos en grandes dosis puede ocasionar una acidosis metabólica hiperclorémica. Se debe evitar el Ringer Lactato por contener potasio (2, 3, 4).

Los coloides tienden a permanecer mayoritariamente en el sector intravascular y solo consideramos su uso en déficit severo de volumen (34, 35). La albúmina, único coloide natural, ha sido reemplazada por otros coloides, siendo solo pautada en situaciones en las que esté contraindicado el uso de otras alternativas. Las gelatinas y el Dextrano tienen efectos adversos sobre el riñón, los almidones en dosis de 15 ml/kg día no tienen efectos adversos sobre la función renal, pero su uso se debe acompañar con suficiente cantidad de soluciones de cristaloides.

Últimamente se está introduciendo el concepto de reemplazo balanceado que incluye la administración balanceada de cristaloides y de coloides cuando sean necesarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Sierra Arnedo P, Andrés Ribes E. ED Enfermedad renal crónica: nuevos conceptos e implicaciones en anestesia. *Rev. Esp. Anestesiología. Reanim.* 2006;53:529-531.
- Wagener G, Brentjens T. Renal Disease: The anesthesiologist perspective. *Anesthesiology Clin. N: Am.* 2006;24:523-547.
- Sarin Kapoor H, Kaur R, Kaur H. Anesthesia for renal transplant surgery. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2007;51:1354-1367.
- Bonilla A, Mantilla P, Suescún M. Aspectos perioperatorios del trasplante renal. *Rev. Colomb. Anestesiología.* 2007;35:67-74.
- Kauffmann BS, Contreras J. Preanesthetic assessment of the patient with renal disease. *Anesthesiol Clin North* 1990; 8:677.
- American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, Focused update on Perioperative Beta Blockade Incorporated Into the ACC/AHA 2007. Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Care for noncardiac surgery. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:2102-28.
- Jones D, Lee HT. Surgery in the patient with renal dysfunction. *Med Clin N Am.* 2009;93:1083-93.
- National Kidney Foundation and Kidney Disease Outcomes Quality Initiative-K/DOQI. Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation Classification and Stratification. *Am J Kidney Dis* 2002;39:S1-S266.
- Eilers H, Liu KD, Gruber A, Niemann CU. Chronic Kidney disease: Implications for the perioperative period. *Minerva Anesthesiol.* 2010;76:725-36.
- Palevsky P. Perioperative management of patients with chronic kidney disease or ESRD. *Best Prac Res Clin Anaesthesiol.* 2004;18:129-44.
- Cockcroft D, Gault M. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron.* 1976; 16:31-41.
- Berl T, Henrich Kidney- Heart interactions: Epidemiology, Pathogenesis and Treatment. *Clin. J Ann. Soc. Nephrol.* 2006;1:8-18.
- Manjunath G, Tighiouart H, Ibrahim H, Macleod B, Salem D, Griffith JL, et al. Level of Kidney function as a risk factor for atherosclerotic cardiovascular outcomes in the community. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41:47-55.
- Mann JF, Gerstein HC, Pogue J, Bosch J, Yusuf S. Renal insufficiency as a predictor of cardiovascular outcomes and the impact of ramipril: The HOPE randomized trial. *Ann Intern Med.* 2001;134:629-36.
- Detsky AS, Abrams HB, Forbath N, Scott JG, Hilliard JR. Cardiac assessment for patients undergoing noncardiac surgery. A multifactorial clinical risk index. *Arch Intern. Med.* 1986;146:2131-4.
- Goldman L, Caldera DL, Nussbaum SR, Southwick FS, Krogstad D, Murray B et al. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *N England J. Med* 1977;297:845-50.
- Barash GP, Cullen BF, Stoelting RK. *Clinical Anaesthesia.* Philadelphia: Lippincott; 1993:291-300.
- Jette M, Sidney K, Blumchen G. Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol.* 1990;13:555-65.

19. Dodds A, Nicholls M. Haematological aspects of renal disease. *Anaesth Intensive Care* 1983;11:361.
20. Navas M, Piña F, Claramonte M, Rondón M. Manejo del paciente con insuficiencia renal crónica. *Actual Anestesiología* 1989;4(3):13-56.
21. Gruss E, Portolés J, Tato A, Hernández MT, López-Sánchez P, Velayos P *et al*. Clinical and economic repercussions of tunnelled dialysis catheter use in a health care area. *Nefrología* 2009;29(2):123-9.
22. Allon M, Daurgidas J, Depner TA, Greene T, Ornt D, Schwab SJ. Effect of change in vascular access on patient mortality in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2006;47(3):469-77.
23. Jiménez-Almonacid P, Del Río JV, Lasala M, Rueda JA, Vorwald P, Fernández JM *et al*. Primer acceso vascular no autólogo para hemodiálisis. Prótesis de PTFE húmero-antecubital curva de antebrazo. *Nefrología* 2004;24:559-63.
24. Polo JR, Sanabia J, Serantes A, Morales R. Ambulatory surgery for vascular access for hemodiálisis. *Nephron* 1993;64:323-4.
25. Orko R, Heino A, Rosemberg PH, Alaenen T. Doses response of tubocurarine in patients with and without renal failure. *Acta Anesthesiol Scand* 1984; 28:452.
26. Cashman JN, Kube JJ, Jones RM. Neuromuscular block with doxacurium in patient with normal or absent renal function. *Br J Anaesth* 1990;64:186.
27. Jirasiritham S, Tantivitayatan K. A comparison of the efficacy of cisatracurium and atracurium in kidney transplantation operation. *J Med Assoc Thai* 2004;87(1):73-9.
28. Roberston EN, Driessen JJ, Booi LH. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of rocuronium in patients with and without renal failure. *Eur J Anaesthesiology*. 2005;22(12):929-32.
29. Roberson EN, Driessen JJ, Vogt M, Deboer H, Scheffer GJ. Pharmacodynamic Of rocuronio 0,3 mg/kg in adult patient with and without renal failure. *Eur J Anaesthesiology* 2005; 22(12):929-3.
30. Staals IM, Snoeck MM, Driessen J, Flockton EA *et al*. Multicentre, parallel-group, comparative trial evaluating the efficacy and safety of sugammadex in patients with end-stage renal failure or normal renal function. *Br J Anaesth*. 2008; 101:492-497.
31. Obata R, Bito H, Ohmura M, Moriowski G, Katoh T, Sato S. The effects of prolonged low flow Sevoflurane anesthesia on renal and hepatic function. *Anest Analg* 2000, 91:1262-8.
32. Murphy EJ. Acute pain management pharmacology for patient with concurrent renal or hepatic disease. *Anesth. Intensive care* 2005; 33(3):311-22.
33. Dahaba AA, Oett K, Von Klobucar F, Reibnegger G. End-stage renal failure reduces central clearance and prolongs the elimination half life of remifentanyl. *Can J Anesth*. 2002; 49(4):369-374.
34. Schunuelle P, van der Woude FJ. Perioperative fluid management in renal transplantation: A narrative review of the literature. *Eur. Soc. Organ. Transp*. 2006;19:947-959.
35. Sakr Y, Payen D, Reinhart K, Sipmann S, Zaval E, Bewley J, Marx G, Vincent JL. Effects of hydroxyethyl starch administration on renal function in critically ill patients. *Br J Anaesth*. 2007;98(2):216-24.

Fístula arteriovenosa en la tabaquera anatómica: el mas distal acceso vascular

DIEGO GARCÉS Y PEDRO MARQUES

Servicio de Cirugía Vascular. Polyclinique de Blois. Francia

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal terminal requiere en la mayor parte de los enfermos un tratamiento por hemodiálisis. Un acceso vascular (AV) es necesario de preferencia autólogo, de localización la mas distal posible y de preferencia en el lado no dominante. Diferentes sitios de creación existen, el acceso o fístula arteriovenosa (FAV) creada entre la arteria radial y la vena cefálica en la muñeca, ha sido recomendado como la primera opción y el mejor por las diferentes sociedades científicas (1, 2, 3, 4).

La FAV en la muñeca no es la mas distal, es la FAV nativa realizada a nivel de la tabaquera anatómica (FAV) que constituye la localización la mas distal y que proporciona ciertas condiciones anatómicas ideales como la proximidad entre la arteria y la vena. Esta localización ha sido recomendada por varios autores (5, 6). A pesar de estas ventajas aparentes, su realización ha sido relativamente ocasional por varias décadas y no ha sido, recomendada como una FAV de primera elección por las sociedades científicas. Le guidelines de la «Society for Vascular Surgery» en 2008, menciona la FAV, como una alternativa a la FAV radio cefálica (4) y la ultima edición de la European Society for Vascular Surgery 2018 no la menciona (2).

El conocimiento y el interés de este, el mas distal acceso, ha evolucionado muchísimo en los últimos 10 años. Con el aumento de su práctica, han incrementado el número de referencias estudiando los factores de riesgo

que inducen falla, los resultados y la estrategia decisional para su creación.

En nuestro servicio, así como en muchos otros, su práctica ha sido ocasional en el pasado, pero motivados por los buenos resultados de los últimos artículos, hemos cambiado de actitud en los dos últimos años, hacia una práctica más frecuente y regular a pesar de la resistencia que hemos encontrado en el equipo de nefrología, que desea, resultados cada vez mejores y con una puesta en servicio de la FAV cada más rápida.

El objetivo de este capítulo es entonces de exponer varias consideraciones para su realización, especialmente en lo relativo a la técnica operatoria, a las reglas de decisión para la confección, así como una revisión de resultados de nuestra serie y de la literatura.

VENTAJAS DE LAS FÍSTULAS A LA TABAQUERA ANATÓMICA

Nos parece primordial antes de desarrollar el tema, indicar nuestras razones y las de la literatura (7), por las cuales las FAV, constituye un acceso útil y que debe entrar a formar parte del arsenal terapéutico de la enfermedad renal terminal.

1. Es la FAV autóloga, la mas distal del miembro superior, situación que permite el desarrollo de un acceso largo y adecuado para las punciones.

2. Es segura y fácil de realizar, a condición de utilizar técnicas de microcirugía y de

practicarlas de manera regular, siguiendo ciertos criterios anatómicos y técnicos.

3. Preserva los segmentos vasculares proximales, en la muñeca y el antebrazo, para la creación de nuevos accesos, en caso de falla.

4. Representa un excelente AV, en paciente con buena esperanza de vida que en general es joven.

5. Evita la transposición de la vena cefálica hacia la arteria radial posterior superficial, como sucede en la mayor parte de las fistulas de la muñeca (radio-cefálica o cubito-cefálica o basilica).

6. Disminuye el riesgo de complicaciones, como son, la alteración de la hemodinámica cardíaca, la hipertensión venosa y probablemente el robo vascular.

CONSIDERACIONES ANATÓMICAS

La arteria radial y la vena cefálica, constituye los elementos anatómicos capitales para la creación de la mayor parte de accesos vasculares para hemodiálisis.

La arteria radial, luego de su trayecto en la cara anterior del antebrazo se continua en la cara anterior de la muñeca, en un espacio 2 a 3 centímetros de longitud, comprendido entre el tendón del palmar mayor medialmente y el tendón del supinador largo al exterior y conocido como el «canal del pulso», en este sitio, la arteria esta fácilmente palpable, situación que ha favorecido la realización de las FAV en este lugar. Luego de travesar este canal, la arteria radial se divide en dos ramos; la rama radial anterior profunda, que va a formar parte del arco palmar superficial y la rama radial posterior superficial, palpable en la cara lateral externa del carpo, en un espacio triangular depreciable a la extensión del pulgar, que mide 5 a 6 centímetros de largo y 1,5 centímetros de ancho. Este espacio triangular está formado por el tendón del extensor largo del pulgar medianamente, el extensor corto y el abductor



Fig 1. Límites de la tabaquera anatómica.

largo del pulgar externamente, la cabeza del primer metatarsiano constituye el vértice y la apófisis estiloides del radio como la base. Este espacio es conocido como la «**tabaquera anatómica**» (Fig. 1) (8). Luego de travesar la tabaquera anatómica, la arteria radial posterior superficial, se dirige profundamente en el espacio entre los dos primeros metacarpianos, para entrar en la palma de la mano. En este punto, da origen a la arteria principal del pulgar y a la arteria radial del índice. Continuando su trayecto va a terminar formando el arco palmar profundo de la mano.

En la tabaquera anatómica, la arteria se relaciona directamente con otras estructuras anatómicas como son, el origen de la vena cefálica que corre generalmente paralela a la arteria, y a los ramos digitales del nervio radial, que van a terminar en la extremidad distal del pulgar y del índice.

En este breve recapitulativo anatómico, no damos más detalles de estructuras como los huesos, los músculos y tendones, pues estos últimos elementos, van a influenciar poco, en la técnica y complicaciones, de la creación de las FAV.

PREPARACIÓN PREOPERATORIA Y ESTRATEGIA TERAPÉUTICA

Un acceso vascular para hemodiálisis en la tabaquera anatómica es decidido, por el

cirujano, mediante el examen clínico practicado durante la primera consultación. Varios son los puntos clínicos que conducen a la toma de decisión: La presencia de un buen pulso de la arteria radial posterior superficial y de una vena cefálica de buen diámetro, 3 milímetros o más son dos elementos principales. Existen dos elementos de menor importancia: un test de Allen negativo y la existencia de condiciones antes descritas, en un miembro superior no dominante. Sin embargo, es necesario indicar que en muchos casos su realización es indicada, bien que todas las condiciones no están presentes.

LA EVALUACIÓN CON ULTRASONIDOS

Con la utilización cada vez más frecuente de los ultrasonidos en la patología vascular, este medio de exploración, ha pasado a ser hoy en día, de utilización igualmente frecuente para la creación de AVs. En la práctica de las FAV, la utilización de la ecografía nos parece tanto o más importante que en otras localizaciones y actualmente condiciona la decisión de realización o no de la FAV. En la actualidad en nuestro servicio, ningún paciente es programado para cirugía, sin estudio ultrasónico anatómico «mapeo» y hemodinámico previo, tanto de la arteria como de la vena.

El conocimiento del diámetro de la arteria es mandatorio. La mayor parte de autores prefieren y aconsejan una arteria de 2 o más milímetros de diámetro, pero esta condición no siempre es encontrada en la práctica corriente. Un diámetro superior a 1,5 milímetros con una pared sana, no representa para nosotros, una contraindicación. En contraste, si la pared arterial presenta signos de mediocalcosis o de placa de ateroma, el diámetro mínimo deseado, debe ser 2 milímetros o superior. Así vemos, que para la FAV, no solo el diámetro, tiene un rol preponderante, si no también las características de la pared arterial

(localización y extensión de calcificaciones). En pacientes presentando a la ecografía una mediocalcosis severa, o placas de ateroma, últimamente, preferimos excluirlos de esta técnica por razones que serán explicadas más adelante.

El estudio ecográfico anatómico detallado de la vena nos parece igualmente necesario. Un diámetro de 3 milímetros o más, es considerado como ideal. En nuestra práctica, 2 milímetros de diámetro en reposo es aceptado según el tipo de paciente (paciente joven). La utilización de compresión puede ser útil, si constatamos que la vena se dilata a 3 milímetros, consideramos una anatomía aceptable. Las características de la vena de drenaje durante todo su trayecto (antebrazo, brazo, región axilar y subclavia) debe ser estudiada, para la optimización de resultados. Así, la presencia de calcificaciones o hematomas en la pared, de lesiones obstructivas parciales o totales, sabemos puede crear complicaciones inmediatas como por ejemplo la trombosis o impedir una correcta maduración. Esto condiciona la decisión y permite modificar el nivel de la creación de la FAV. Finalmente, la ecografía venosa en pacientes con antecedentes de utilización de catéteres periféricos y centrales conserva toda su importancia pues, puede ayudar en la preparación de la vena (angioplastia si estenosis) antes de su creación, y sirve además como elemento de referencia para el control postoperatorio.

La evaluación ultrasónica hemodinámica mediante la práctica de un test de Allen, permite verificar y comparar al test clínico. Su utilización puede determinar un cambio en la programación y puede ayudar a disminuir el riesgo de robo e isquemia digital.

Finalmente con la utilización del estudio ultrasonografico sistemático, hoy en día, no excluimos para la creación de FAV luego del examen clínico realizado, pacientes obesos, y sin pulsos palpables.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

Desde la creación de la primera fístula arteriovenosa FAV hace casi 50 años por Rassat *et al.* en 1969(9), este tipo de acceso ha sido considerado de realización difícil y de alto riesgo de trombosis. Esta idea y la presencia de factores de riesgo, como son las características vasculares y elementos sistémicos como el sexo, la edad, la obesidad y la presencia de diabetes, han participado negativamente para su realización, pues estos pacientes son complejos y raramente reúnen condiciones ideales.

Es unánime actualmente considerar, que la estrategia de programación y una técnica quirúrgica rigurosa constituyen los elementos mayores de éxito.

Para comenzar, el primer día de consulta, y si el paciente es considerado candidato para una FAV, reciben indicaciones estrictas para conservar las venas de la mano y del antebrazo, libres de punciones, hasta el día de su creación. En ciertos casos, en que la comprensión es limitada, se decide pegar un papel adhesivo en el miembro superior seleccionado, prohibiendo la realización de punciones.

El día de la intervención el paciente es sometido a una anestesia loco-regional axilar, practicada bajo control ecográfico, que es la técnica de elección, pues la vasodilatación creada en los vasos de la mano, facilita considerablemente la cirugía. La anestesia general constituye una opción limitada y en nuestro servicio, ninguna FAV ha sido realizada con anestesia local.

La antibioprofilaxia, no ha sido indicada en el protocolo de cirugía-anestesia, pues consideramos la FAV como una cirugía de abordaje limitado, con material autólogo, en la cual el riesgo de infección es mínimo.

Para la disección vascular se utiliza material de microcirugía, un bisturí bipolar y lupas de aumento 3,5 X o microscopio.

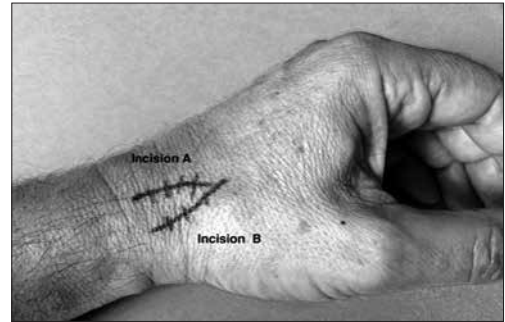


Imagen 1. Incisiones en la tabaquera anatómica.

La cirugía se inicia con una sola incisión de 3 cm de longitud a nivel de la taquera anatómica, esta permite dar acceso simultaneo de la vena y la arteria, pues los vasos corren paralelos, la vena no necesita transposición. Raramente realizamos una incisión longitudinal en medio de la tabaquera. Dos tipos de incisiones son utilizadas siguiendo el trayecto de la vena, ellas son oblicuas, con la concavidad interna (A) o externa (B) (Imagen 1). El interés de estas dos variantes, reside en la disminución de la fibrosis cicatricial a nivel de la anastomosis.

El clampaje vascular depende de la habilidad del operador. Se realiza de dos maneras muy diferentes: a. Clampaje con vaciado del miembro, utilizando la banda de Esmarch, después de haber realizado la incisión y el abordaje vascular, o en antes del inicio de la incisión. b. Clampaje con micro clamps.

La anastomosis practicada es la termino lateral, de 6-8 mm de longitud, un poco más pequeña, que la radio-cefálica de la muñeca, que usualmente debe ser de 10 milímetros de longitud, esta anastomosis debe ser realizada con una angulación de menos de 30°. La sutura vascular de la anastomosis es ejecutada con hilo mono filamento no removible (Vascufil 8/0) mediante 4/4 de surget continuo. Una vez terminada la anastomosis se puede aplicar sobre la vena, una compresa con Papaverina, para obtener una vasodilatación suplementaria (Imagen 2).



Imagen II **Anastomosis veno radial en la tabaquera anatómica. Mapeo ecográfico (- - -).**

Con respecto a la anticoagulación transoperatoria, esta se realizó únicamente en los casos que se utilizaron microclamps y a la dosis de 0.5 mg/kg.

La evaluación inmediata del buen funcionamiento de la anastomosis se constató por la presencia de un *thrill* a la palpación digital, y de la vena arterializada distalmente con un estetoscopio.

Para finalizar la intervención, el cierre de la incisión, se hizo con dos o tres puntos de aproximación en el tejido celular subcutáneo, con vicryl 4/0, seguido de una sutura subdérmica, sea con puntos separados invertidos de PDS 5/0, sea con sutura continua. La piel es aproximada con *steristrip*s.

En todos los casos se dejó un drenaje aspirativo, el mismo que fue fijado a la piel con *steristrip*s, con el objetivo de disminuir el dolor; al momento de retirarlo 24 h más tarde.

El control postoperatorio de enfermería fue clásico, portando interés en la zona operada,

para despistar rápidamente la presencia de hematoma o la trombosis de la FAV. El enfermo fue dado de alta al día siguiente y luego de la visita del cirujano. No practicamos este procedimiento en ambulatorio (hospital del día), por razones de seguridad y de organización.

CONTROLA DISTANCIA

La maduración de la fístula fue evaluada a 4 del postoperatorio. En primer lugar por medio de un control ecográfico sistemático de parámetros anatómicos y hemodinámicos. En segundo lugar por el cirujano que practicó la FAV y que decidirá la conducta de utilización o no de la FAV.

El cálculo ultrasónico del débito fue primordial para la decisión de utilización de la FAV. Si el débito es de 600 ml/minuto o superior y sin ninguna anomalía en el trayecto de la vena, se autorizó el inicio de las punciones. Si el débito fue inferior a 600 ml/minuto y sin anomalía de la vena, se decidió esperar y controlar nuevamente, 3-4 semanas más tarde. Un débito entre 400 y 600 ml/minuto sin anomalía anastomótica o venosa, autorizó el inicio de las punciones, indicando que un control regular de débito con la máquina de diálisis era necesario.

Si la FAV mostró un débito inferior a 600 ml/minuto debido a una anomalía, en la región yuxta anastomótica que es la más frecuente, o en el trayecto de la vena (estenosis), que generalmente va asociada a una maduración incompleta, se programó el paciente, sea para una angioplastia, sea para la realización de una nueva fístula, esta vez en la muñeca o más proximal según el sitio de localización de la lesión estenótica de la vena.

COMPLICACIONES

Las complicaciones de este acceso en la tabaquera anatómica son las mismas que en los accesos de otras localizaciones.

Elas son: **inmediatas** durante las primeras 24 horas, como los hematomas y la trombosis. Inmediatas hasta las 4 o 6 semanas de postoperatorio, como hematomas, trombosis, infección, estenosis anastomótica o del trayecto de la vena y no maduración. **Tardías**, como la hiperplasia de la vena fistulizada, la trombosis de la fistula, los falsos y verdaderos aneurismas, hiperdébito y el robo arterial con sufrimiento isquémico de la mano (dolor y/o necrosis digital).

La conducta terapéutica detallada a seguir de estas complicaciones, no la trataremos en este capítulo. Sin embargo ciertas consideraciones deben ser precisadas. En caso de trombosis inmediata durante las primeras 24 horas, muy ocasional es la realización de una desobstrucción con sonda de Fogarty, a diferencia de las otras localizaciones. Un nuevo acceso generalmente radial en el canal del pulso o más proximal, según la calidad de la vena, es realizado durante la misma hospitalización. Por esta razón, el enfermo debe estar, bien informado del riesgo de reintervención inmediata.

La presencia de una estenosis anastomótica o en la vena arterializada encontrada durante las primeras 4 semanas, conducen a dos actitudes, la realización de una nueva anastomosis en la arteria radial de la muñeca o del antebrazo; o una angioplastia con balón de alta presión, que puede ser practicada por vía arterial humeral abordada con una minincisión con el objeto de evitar complicaciones suplementarias, o por vía percutánea venosa (vena en estado de maduración).

Finalmente trataremos el tema del robo vascular (complicación tardía) y sus efectos digitales. La medida de presión digital con TcPO² la utilizamos y representa un útil decisonal importante. Una presión a 30 mmHg con torniquete, nos indica que podemos continuar con control clínico, caso contrario, una presión inferior a 30 mmHg sin clampaje con o sin signos o síntomas de sufrimiento tisular

digital, nos conduce a control clínico estricto y si necesario a proponer un tratamiento.

EXPERIENCIA PERSONAL

Esta serie de pacientes, constituyen un primer grupo, que nos parece muy importante describir pues, representa una experiencia global de evaluación de la técnica y resultados, en la cual no se realizó la exclusión de pacientes que presentaban factores de riesgo de falla.

En los dos últimos años, entre junio 2016 y agosto 2018, han sido realizadas 36 FAV. La edad de los pacientes estuvo comprendida entre 29 y 89 años, con una media de 48 años. 3 pacientes tuvieron más de 70 años. Una sola FVA se realizó en lado dominante, las 35 restantes (97 %) fueron creadas en lado izquierdo, no dominante. El sexo predominante fue el masculino 25 pacientes (69 %) y 11 pacientes fueron de sexo femenino (31 %). 15 pacientes (42 %) fueron diabéticos. 17 (47 %) recibían un tratamiento de hemodiálisis mediante un catéter Canaud contralateral. 4 (11 %) tuvieron un marcapasos en el lado de la FAV.

La evaluación ecográfica mostró a nivel de la arteria, un diámetro igual o inferior a 1,8 milímetros en 7 pacientes (19%), la presencia de ateroma en la pared arterial se encontró en 17 pacientes (47%). El diámetro de la vena cefálica fue igual a 2 mm en 9 pacientes (25 %) y se encontraron defectos en el trayecto de la vena en 5 pacientes (14 %).

No hubieron pacientes perdidos de vista durante el seguimiento.

En los pacientes que trombosó la FAV no se realizó tentativa de desobstrucción, todos recibieron un nuevo acceso en la muñeca.

La permeabilidad primaria fue de 80 % a 1 mes, 60 % a 6 meses y de 30 % a 12 y 24 meses.

La permeabilidad asistida, mediante angioplastia con balón de 4 o 5 milímetros de

diámetro, fue de 85 % a 1 mes, 73 % a 6 meses y 50 % a 12 y 24 meses.

Estamos muy entusiasmados para seguir adelante. La experiencia técnica ha ido en progresión así como los resultados, que no siendo excelentes, no son malos, si tomamos en cuenta el tipo de población, no seleccionada.

El estudio ecográfico sistemático ha permitido saber, que el diámetro pequeño de la arteria (<2 milímetros) influye poco, sobre todo si trata de vasos con pared sana como se encuentra en los pacientes jóvenes. Los vasos de diámetro inferior a 2 milímetros, la maduración fue correcta obteniéndose un débito superior a 600 ml/minuto y máximo de 800 ml/min. La calidad de la pared arterial tenemos la impresión que interviene directamente en el éxito, pues todas la FAV que fallaron tenían calcificaciones. Situación que actualmente nos ha conducido a la exclusión directa de estos pacientes. Creemos así, que luego de la creación del AV, no solo se dilata la vena, la arteria sufre igualmente modificaciones y frecuentemente dilataciones, funcionando todos los vasos que constituyen este AV un sistema único. En presencia de estas calcificaciones o placas de ateroma la rigidez que ellas crean impiden el buen desarrollo de la FAV.

DISCUSIÓN

Los AV para hemodiálisis en pacientes en situación de insuficiencia renal crónica terminal son múltiples y variados, pero solo aquellos constituidos de material autólogo, de preferencia en el miembro no dominante y en la posición mas distal posible, constituyen una solución perene y compatibles con el pronóstico vital y el confort de estos enfermos. Este acceso considerado como ideal, está localizado en la tabaquera anatómica.

Las FAV sin embargo, han sido de práctica ocasional después de la primera descripción en 1969(9). Letachowicz (10) indica que

solo desde 2012 comienza una práctica regular. El «gold standard», aun hoy en día, es la fístula tipo Brescia-Cimino radio cefálica, confeccionada a nivel de la muñeca (11), que ha sido la preferida. La situación en la literatura ha seguido la misma tendencia, con muy pocas citas para las FAV, comparadas con las fabricadas en el canal del pulso. Su interés ha sido progresivo desde hace unos 10 años, con realizaciones cada vez más frecuentes, pero raramente rutinarias, pues las condiciones necesarias e ideales para su realización, no son siempre las obtenidas. Para Wolowczyk *et al.* (7) y Hull *et al.* (12) solo en 50 % de pacientes se reúnen las condiciones para su realización.

El éxito de esta FAV radica, en la adecuada estrategia quirúrgica, habitualmente tomada según: a) condiciones anatómicas como son los diámetros y las características de la pared de los vasos, b) condiciones sistémicas como por ejemplo la existencia de diabetes, de un accidente vascular cerebral, edad, sexo, obesidad. Estas son las razones probables por la cual, la preferencia se ha centrado en los accesos del canal del pulso, sitio en el cual estas condiciones son más estables y frecuentes (diámetro de la arteria radial 2 milímetros o superior y diámetro de la vena cefálica 3 milímetros o superior) (2). Cuando nos alejamos de esta posición, hacia la tabaquera anatómica, la arteria radial posterior superficial, presenta un diámetro variable y generalmente inferior a 2 milímetros, anatomía que ha creado dudas sobre el éxito técnico y en la evolución de la FAV a distancia. Raza *et al.* (13) sugieren, que a nivel de la tabaquera atómica una arteria de más 2 milímetros es preferible, este diámetro es confirmado por Twine *et al.* (14) el cual indica que 2,5 milímetros es el valor significativo predictivo de falla ($p=,029$). Nosotros en nuestra práctica consideramos que un diámetro entre 1,5 y 2 milímetros, no excluye el paciente para la práctica de este AV, a condición que la arteria presente una pared sana. Letachowicz *et al.* (10) participan de esta

idea, indicando igualmente, que no es frecuente encontrar en las ramas de la arteria radial, diámetros de 2 mm o más. Ellos concluyen que si hubieran realizado FAV con este diámetro ideal, habrían abandonado la técnica, para dar preferencia a las FAV en la arteria radial de la muñeca.

Las calcificaciones y la presencia de placas de ateroma en la pared de la arteria, constituyen un factor predictivo de falla en nuestra experiencia y que ha sido poco estudiado en la literatura revisada (10). Todas las FAV que fallaron eran portadoras de estas lesiones. Actualmente, en presencia de calcificaciones de la pared arterial, exigimos un diámetro arterial de 2 mm o más.

El estudio preoperatorio de la vena es igualmente necesario. *Twine et al.* (14) señalan, que el valor predictivo más significativo de falla fue una vena de 2 milímetros de diámetro o inferior ($p=0,032$). Los defectos en la pared de la vena en todo su trayecto, sobre todo en pacientes portadores o con antecedentes de AV temporarios homolaterales, constituye también otro factor de falla inmediata o tardía. En los pacientes portadores de lesiones venosas la recomendación actual es que deben beneficiar de una evaluación rigurosa pre y post operatoria (2).

Ciertas condiciones sistémicas han sido estudiadas. Para Raza (13) y Hormini (15) la existencia de diabetes afecta seriamente los resultados, proporcionando una permeabilidad 66 % a un año, en comparación a las fístulas de la muñeca, que tienen una permeabilidad de 80-85 % (15, 16). Indican así, que en pacientes no diabéticos la permeabilidad a 57 meses fue de 87 %, contra 72 % en paciente diabéticos. Contrariamente, *Wolowczyk* (7) indica que ni la diabetes, ni la edad (> 70 años) afectan los resultados de supervivencia de estas Fístulas. *Pflederer* en 2008 (18) confirma esta posición y concluyen que en pacientes varones y no diabéticos, las FAV, deben ser realizados en prioridad, pues la

permeabilidad en estos caso es mejor y similar a las FAV de la muñeca. Finalmente, en el estudio del sexo, así como de los otros factores, vemos conclusiones diferentes. *Wolowczyk* en su estudio de 210 FAV con 89 realizadas en mujeres, sugiere el sexo no afecta a la supervivencia (7).

Precedentemente, hemos explicado que el factor técnico influye en el éxito el fracaso. La creación de las FAV son realizadas con anestesia, en muchos casos ha sido preferida la anestesia local (7, 13, 19), nuestra conducta ha sido diferente, dando preferencia a la anestesia regional del miembro superior ecográficamente guiada, esta posición hoy en día ha sido confirmada y recomendada por el último reporte de Europa Guidelines de 2018 (2).

La modalidad de anastomosis ha variado con el tiempo. Una anastomosis latero-lateral como indica *Tonelli, M. et al.* (20) parece favorecer la permeabilidad a corto y largo plazo, proporcionando 92 % de éxito. El autor en contrapartida indica que este modelo, esta asociado con mayores complicaciones como la hipertensión venosa y complicaciones locales como el edema de la mano. Se ha usado igualmente la anastomosis término-terminal (21, 22), pero al igual que el modelo anterior, produce las mismas complicaciones. Estas dos modalidades actualmente son probablemente de creación excepcional. Nosotros al igual que la mayor parte de equipos, preferimos la anastomosis término-lateral (7, 13, 19) argumentando, que existen menos complicaciones que las dos precedentes. Para su confección un ángulo inferior a 30° no es difícil de obtener en esta localización, creemos que este detalle técnico, como lo sugiere *Ene-lordache B et al.* (23) disminuirá la hiperplasia intimal y la estenosis resultante.

En todo estado de causa, cualquiera que sea la técnica escogida, es casi unánime el considerar, que el error técnico y el error en la selección del paciente, constituyen en gran parte, las dos causas principales de falla inmediata,

que es de aproximadamente 11 % (7). Cada operador, debe adaptar y encontrar las mejores condiciones técnicas para la obtención de los mejores resultados.

El estudio ecográfico pre y post operatorio sistemático creemos, permite la obtención de una mejor selección de casos (sobre todo en obesos) y el despistaje de complicaciones. Sin embargo no parece ser una actitud general (13).

Con el propósito de mejorar los resultados de permeabilidad y el conocimiento de estos factores de falla en las FAV, Twine *et al.* en 2012 (14) propone un sistema simple de predicción de falla «Score DISTAL» en presencia de factores de riesgo con **variables significativas**: la edad > 70 años, diámetro de la vena de 2 mm o menor, diabetes, enfermedad cardíaca isquémica, enfermedad cerebrovascular, segundo procedimiento; y **variables no significativas** como: lateralidad, el sexo, el diámetro de la arteria, el tabaco, y la enfermedad vascular periférica. Esta escala va de 0 a 6, y con mucha facilidad muestra, una clara disminución de la permeabilidad, si el valor de la escala aumenta, siendo el valor 3 hace el 6, el score desfavorable. El mejor comentario a este estudio y a la escala propuesta, es el comentario de LM Harris (24) que sugiere que este Score DISTAL, no necesita ser validado por otros centros.

Si por mucho tiempo, ha existido temor a la práctica de este AV, los resultados evaluados de las diferentes series, son favorables. Bien que existe un riesgo de trombosis inmediata a 24 h es de 11 % (7) a 23 % (14). La maduración para las FAV que pasan este primer periodo de tiempo es bueno, siendo de 80 % a las 6 semanas (7). Twine (14) como la mayor parte de grupos indica que pacientes con factores de riesgo no significativos la permeabilidad primaria están sobre los 80 % a 2 meses, de 58 y 44 % a 1 y 2 años respectivamente. En presencia de factores significativos, la permeabilidad disminuye significativamente a 50 % a 2 meses y 20 % a 1 y 2 años respectivamente.

La permeabilidad a distancia no ha sido clara, pues los grupos de pacientes son diferentes en las series de estudio, variando de 83 % a 65 % (21,7) a 12 meses, de 72 % a 58 % (25,7) a 36 meses y 43,3 % a 36,3 % (21, 22) a 6,5 años.

Siracouse *et al.* (26) comparan las FAV a la muñeca y las FAV, y no encuentra diferencia significativa a 6 meses para la permeabilidad primaria 51,2 % vs 49,9 % respectivamente. Libre de revisión quirúrgica. (88,7 % vs 84,7 %). Libre de revisión endovascular (92,5 % vs 95,7 %). Concluyen que los resultados son similares en las dos localizaciones a término medio, cuando las condiciones de la vena son aceptables. En nuestra serie la permeabilidad asistida con angioplastia al igual que la serie precedente, permite una recuperación considerable de mínimo 20 % de la permeabilidad y funcionalidad de estos accesos.

CONCLUSIÓN

En muchos centros se trabaja con interés, este acceso de hemodiálisis. Los equipos de nefrología comienzan a aceptar progresivamente su práctica. Estamos convencidos que resultados validados por estudios con grupos de pacientes numerosos y randomizados, van a confirmar su utilización en un futuro próximo.

El uso sistemático del ultrasonido nos ha convencido de su utilidad y deberá generalizarse en los años próximos. Con este método, el interés de estudio por la pared vascular va a incrementarse, y podrá confirmar nuestra hipótesis, sobre el valor de la pared vascular como factor predictivo mayor de falla.

Considerando que la realización técnica no es más complicada que en las otras localizaciones, la FAV la mas distal del miembro superior, deberá ser preferida y considerada, como la primera que debería fallar, preservando así el capital vascular y aumentando las

opciones de creación de accesos secundarios proximales. Por todo lo expuesto estamos convencidos que habrán cambios en las proposiciones de *guidelines* futuras. Las FAV pasaran a ser una indicación de primera intención como lo ha propuesto Letachowicz (10) en pacientes jóvenes, con larga esperanza de vida y baja co-morbilidad, así como en pacientes de edad avanzada que reúnan el mayor número de condiciones favorables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vascular access 2006 Work Group. Clinical practice guidelines for vascular acces. *Amj Kidney Dis* 2006; 48:S176-247.
2. Editor's Choise – Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). Schmidli J, Widmer M K, Basile C *et al.* 55,757-818.
3. Tordoir J, Canaud B, Haage P *et al.* EBPGon vascular acces *Nephrol Dial Transplant* 2007;22:i88-117.
1. Sidway AN, Spergel LM, Besarab A, *et al.* The Society for Vascular Surgery : Clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. *J Vasc Surg* 2008; 48(5suppl):28-258.
1. Sekar N, Mnams MS. Snuff-box arteriovenous fistulas. *Int Surg* 1993;78:250-251.
1. Rassat JP, Moscovtchenko JF. 60 fistules antéro-veineuses pour épuration extra-rénale. *Ann Chir Thorac Cardiovasc* 1971;10:79-84.
1. Wolowczyk L, Williams AJ, Donovan KL, Gibbons CP. The Snuffbox Arteriovenous Fistulas for Vascular Access. *Eur J Vasc and Endovasc Surg.* 19 (2000) 70-76.
1. Wikipedia. La enciclopedia libre. Referencias : chapter 10: 1-The FOREARM 2- Moor, KL & Dalley, AF. Anatomía orientada para la clínica.
9. Rassat JP, Moscovtchenko JF, Perrin J, Traeger J. La Fistule artério-veineuse dans la tabatière anatomique. *Journal d'Urologie et de Néphrologie.* 1969, 75(suppl.12) : 482.
10. Letachowicz K, Golebiowski T, Kuzstal M, *et al.* The snuffbox fistula should be preferred over the wrist arteriovenous fistula. *J. Vasc Surg.* 2016 ; 63 :436-40.
11. Brescia MJ, Cimino JE, Appel Ket *al.* Chronic haemodialysis using venepuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med* 1966; 275: 1089-192.
12. Hull JE, Kinsey EN, Bishop WL. Mapping of the snuffbox and cubital vessels for percutaneous arterial venous fistula. (pAVF) in dialysis patients. *J Vasc Access,* 2013; 14: 245-51.
13. Raza MW, Waqas K, Ayub L, *et al.* Anatomical Snuff Box Arteriovenous Fistulas for Haemodialysis. *Journal of Rawalpindi Medical College (JPMC).* 2014 ; 18(1) :80-82.
14. Twine CP, Haidermota M, Woolgar JD *et al.* A scoring System (DISTAL) for predicting Failure of Snuffbox Arteriovenous Fistulas. *Eur J Vasc and Endovasc Surg.* 44 (2012) 88-91.
15. Horimi H, Kusano E, Hasegawa T *et al.* Clinical experience with an anatomic snuff box arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *ASAIO Journal* 1996; 42: 177-180.
16. Timothy C, Hodges TC, Fillinger MF. Longitudinal comparison of dialysis Access methods: Risk factors for failure *J Vasc Surg.* 1997; 12:1009-19.
17. Murad MH, Swiglo BA, Sidawy AN. Methodology for clinical practice guidelines for the management of arteriovenous Access. *J Vasc Surg* 2008; 48: 26-30.
18. Pflederer TA, Kwok S, Ketel BL. A comparison of transposed brachio basilic fistulae with non transposed fistulae and grafts in the Fistula First era. *Semin Dial.* 2008 ; 21: 357-63.
19. Sidawy AN, Spergel LM, Besarab A, *et al.* The society for Vascular Surgery : Clinica practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. *J Vasc Surg.* 2008 ; 48(5 suppl) :2S-25S.
20. Tonelli M, Hirsch DJ, Chan CT *et al.* Factors associated with Access blood flow in native vessel arteriovenous fistulae. *Nephrol Dial Transplant.* 2004; 19: 2559-63.
21. Bonalumi U, Civalleri D, Rovida S. Nine years' experience with end-to-end arteriovenous fistula at the «anatomical snuffbox» for maintenance hemodialisis. *Br J Surg* 1982; 69:486-488.
22. Simoni G, Bonalumi U, Civarelli D *et al.* End to end arteriovenous fistula for chronic haemodialysis: 11 years' experience. *Cardiovasc Surg.* 1994; 275: 63-66.
23. Ede-lordache B, Cattaneo L, Dubini G *et al.* Effect of anastomosis angle on the localization of disturbed flow'side to end' fistululae for hemodialysis acces. *Nephrol Dial Transplant* 2013; 28:997-1005
24. Harris LM. Commentary on 'A Scoring System (DISTAL) for Predicting Failure of Snuffbox Arteriovenous Fistulas' *Eur J Vasc and Endovasc Surg.* 44 (2012) 92.
25. Harder F, Tonelli P, Haenel AF. Häemodialyse: Die arteriovenöse Fistel distal des Handgelenks. *Chirurg* 1977;48:719-722.
26. Siracuse J, Cheng TW, WOO K, and *al.* Snuffbox Arteriovenous Fistulas Have Similar Outcomes and Patency to Wrist Arteriovenous Fistulas. *J Vasc Surg...* *Anné ; 67 : abstracts e127.*

Radio-Cephalic Arterio-Venous Fistula in Octogenarians

RAFFAELLA MAURO, ALESSIA PINI, MOHAMMAD ALBUANHIN, RODOLFO PINI, CHIARA MASCOLI, ENRICO GALLITTO, GIANLUCA FAGGIOLI, ANDREA STELLA AND MAURO GARGIULO
Vascular Surgery, University of Bologna-DIMES. Policlinico S. Orsola, Bologna, Italy

INTRODUCTION

In the last decades, the constant increase of octogenarian patients in hemodialytic (HD) treatment opened a debate on vascular access choice in this population; in particular there is no common agreement about Radio Cephalic Arterio-Venous Fistula (RCAVF) placement.

As demonstrated by USRDS Annual Data Report, the end stage renal disease (ESRD) is constantly increasing since 1980; in particular the population aged 75 and older has the highest ESRD incidence rate based on age (1), representing up to 37% of total population. At the same time in Europe the ERA-EDTA registers (2) reported a similar trend (patients > 65 years raised from 22% to 55%). This tendency certainly is due to the increase of life expectancy and to the gradual improvement of Renal Replacement Treatment (RRT). As a matter of fact, nowadays dialysis initiation criteria are less restrictive, including an higher number of elderly patients.

Once RRT was offered only to younger patients with optimal general condition, but currently advanced age and comorbid status no longer influence the decision to initiate dialysis (3). Both KDOQI and SVS Guidelines strongly recommend a native AVF as a first choice because of the higher primary and assisted patency rates and the lower complication rate compared to central venous catheter (CVC) and AVF grafts; furthermore it is commonly agreed that AVF should be placed as distal as

possible in order to preserve the proximal vascular bed (4-5). The RCAVF introduced by Cimino-Brescia in 1966 (6), immediately showed several advantages, such as the lower complication rate (steal syndrome and congestive heart failure), becoming the most common vascular access for hemodialysis (7): nowadays it is recommended in all patients with suitable vessels and appropriate anatomical requirements, even though its maturation and patency rates are partially lower than the proximal AVFs (8).

The guidelines, therefore, are very clear about the great advantages offered by the RCAVF. However, the absence of age-related indications, makes the debate still open; it is essential to identify octogenarian patients to whom to propose a RCAVF, balancing risks and benefits. However, the octogenarian patient cannot be considered a 'standard' patient and the decision making in elderly requires individualized considerations including life expectancy, complications from each vascular access and the overall quality of life.

RISK FACTORS FOR THE OUTCOMES OF NATIVE ARTERO-VEINUS FISTULA

Diabetes mellitus was indeed shown to be a main risk factor in literature (9, 10). Creating a native AVF in diabetic patients may be particularly challenging due to vascular disease. Diabetic patients are also particularly

prone to AVF insufficient maturation because of medial calcinosis. Vascular calcification in diabetics is indeed more pronounced in the wrist than in the elbow.

Female gender has been associated with a high rate of early failure of a distal vascular access (10, 12) and than is associated with a higher prevalence of upper arm fistula (19) and prosthetic fistula (11). A likely but partial explanation is the smaller diameter of vessels in women, especially when pre-surgical vascular mapping is not rigorously applied (14). But female gender appears to be an independent risk factor by itself when adjusted for initial artery diameter (14).

Expertise is also required to build a functional fistula. Previous studies have shown the influence of surgical expertise on outcomes of fistulas (13). Untrained surgeons (less than 12 fistula procedures) were a main independent risk factor for primary patency failure of vascular access (RR = 3.0, 95 % IC = 1.62-5.56) (13).

The age is an important factor for the choice of the type of arterio-venous fistula in patient with end-stage renal disease. In octogenarian patients the high percentage of hypertension and diabetes mellitus associated with the long time of arterio-venous maturation decrease the possibility of distal arterio-venous fistula. Furthermore aging seems to be related to a chronic and progressive low-grade systemic inflammation and oxidative stress; this lead to endothelial changes and increased peripheral arterial disease (15). The loss of endothelial function, in fact, causes a reduction of nitric oxide and other mediators that promote vasodilation and inhibits the formation of stenosis (16) with an increase of risk of intimal hyperplasia and inflow-problems.

RADIOCEPHALIC ARTERIOVENOUS FISTULA: PREOPERATIVE EVALUATION AND SURGICAL PROCEDURE

An accurate medical history plays a fundamental role in the identification of

characteristics that could compromise vascular access outcomes; patient demographics (sex and age), comorbidities (hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemia, obesity, chronic obstructive pulmonary disease, coronary artery disease and active smoke), etiology of renal failure and previous HD treatments need to be collected. It is also appropriate to investigate the history of previous drug use, intravenous treatments and previous vascular access; all these conditions could compromise the vascular bed and the surrounding tissues.

Considering the previously mentioned vascular bed alterations of octogenarians, careful clinical examination should be performed; arterial system evaluation should include peripheral pulse examination and Allen' test, used to confirm the palmar arch patency (18), whilst venous system evaluation should include tourniquet venous palpation and assessing signs of central venous stenosis (edema and collateral veins). The higher risk of arterial disease in elderly patients predisposes to a lower vascular access flow and to steal syndrome.

Vessels suitability must be confirmed by duplex ultrasound evaluation with a 10-12 MHz linear transducer including anatomical parameters as diameters (minimum 2,5 mm vein diameter and minimum 2 mm arterial diameter) (16, 19), depth (< 6 mm from skin to venous side) and length of venous segment (5-6 cm or longer). It is also necessary to evaluate the patency of the venous system that allows an optimal vascular access outflow; in case of central vein stenosis suspect, contrast venography and/or Computer Tomography Angiography should be performed before AVF placement.

The RCAVF can be performed under local anesthesia; this is an important advantage over complex AVF and AV Grafts that may require wider incisions and more complex techniques of anesthesia. Moreover, RCAVF placement does not require a large joint mobility, which

is instead necessary for more proximal vascular accesses. After the isolation of radial artery and cephalic vein, the anastomosis is performed according to the termino-lateral technique with a semicontinuous suture of the 6/0 or 7/0 Prolene. At the end of the surgical procedure it is essential to ensure technical success, confirmed by the presence of vascular murmur and thrill, and the presence of distal arterial pulse. In the postoperative period the patients must be included in a monitoring and surveillance program of follow up performed by a multidisciplinary team, in order to detect early signs of malfunction (1-2).

RADIO-CEPHALIC ARTERIO-VEIN FISTULA IN OCTOGENARIANS

Nowadays, the elderly patients starting RRT with an AVF are only 17% (1), despite the recommendations of the guidelines and projects such as Fistula First Initiative, that promote the use of native AVF; considering RCAVF, this percentage further decreases.

In light of both the previous considerations and epidemiological changes, there is a real necessity to gain clearer data on surgical indications in order to identify a subpopulation of octogenarian patients who could be successfully subjected to a RCAVF. Some authors tend to be reluctant about RCAVF placement in very elderly patients (15), where as others present a favorable attitude (16, 17, 20).

Mc Grogan *et al.* (21) found that brachio-cephalic AVF (BCAVF) have both superior primary and assisted patency rates compared to RCAVF in elderly patients (respectively 49,7% and 61,5% for RCAVFs and 58,5% and 72,2% for BCAVFs) discouraging RCAVF placement and considering proximal AVF as the best option. Similar results were reported by Renaud *et al.* (22) (respectively 37% and 55% for RCAVF compared to 48% and 70%

for BCAVFs). In contrast, other Authors (17) did not find significant differences between primary and assisted patency rates for RCAVFs and BCAVFs ($p = 0.99$ and $p = 0.61$ respectively).

Some Authors focused on the research of RCAVF outcome predictive factors; Korzadeh *et al.* (24) found that cephalic vein and radial artery diameters are independently associated to RCAVF outcomes, whilst all the other variables considered, as patient demographics, including age and comorbidities, did not show significant differences.

In our center, from January 2013 to December 2017, 972 patients received a native access. In this period were analyzed a total of 294 RCAVFs: 245 (83.3%) RCAVFs were performed in non-octogenarians patients and 49 (16.7%) in octogenarians patients.

In terms of RCAVFs primary and assisted patency rates, our data showed lower results in patients over 80 compared to those obtained by the younger ones ($p = 0.002$ and $p = 0.02$ respectively). However, we found that the RCAVF placement before RRT initiation is an important positive predictive factor; in fact analyzing the pre-dialysis population, the results of the RCAVFs are similar in >80 years and <80 years patients ($p = 0.66$). Similar results were reported by Weale *et al.* (20); they found female sex and previous HD treatments to be negative predictive factors for RCAVFs outcomes. Female sex was found to be a negative predictive factor, together with diabetes mellitus, even by Albeir *et al.* (7).

Considering these findings and the benefits of RCAVF, we believe that this Fistula should be attempted when appropriate in every patient despite the advanced age. It is clear that adequate arterial and vein diameters (24) are necessary criteria to obtain successful RCAVF in octogenarian patients; the absence of arterial calcifications, an arterial diameter > 2 mm, a good arterial flow (≥ 600 ml/min)

and a good venous outflow without steno-obstructive lesions are the fundamental prerequisites for a functioning fistula. If these anatomical criteria are satisfied, we believe that RCAVF should be always considered, even in elderly patients.

However, RCAVF outcomes in elderly patients may be related also to other factors; female sex, diabetes mellitus, surgeon's expertise (25) and previous dialytic treatments seem to play an important role for fistula success and they should be considered in the pre-operative planning, in particular the HD condition. In fact, RCAVF needs several weeks to be successfully used for dialytic session and during this period, the use of other vascular access seems to worsen RCAVF results.

In conclusion, it may be reasonable to choose the RCAVF for octogenarian patients with suitable vessels in pre-dialytic phase without the immediate need to initiate RRT. Considering octogenarian life expectancy, the possibility to perform successive vascular access should be always preserved; in line with this approach an arterialization of the veins of forearm can be an advantage for future proximal artero-venous fistula placement.

REFERENCES

1. United States Renal Data System. 2017 USRDS annual data report: Epidemiology of kidney disease in the United States. Chapter 1; Chapter 3. National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, Bethesda, MD, 2017.
2. Kramer A, Pippias M, Noordzij M, Stel VS, Afentakis N, Ambühl PM *et al*. The European Renal Association-European Dialysis and Transplant Association (ERA-EDTA) Registry Annual Report 2015: a summary. *Clin Kidney J* 2018;11(1):108-122.
3. Kee F, Patterson CC, Wilson EA, McConnel JM, Wheeler SM, Watson JD. Stewardship or clinical freedom? Variations in dialysis decision making. *Nephrol Dial Transplant* 2000;15(10):1647-57.
4. National Kidney Foundation Kidney Disease Outcomes Quality. Clinical practice guidelines and recommendations for vascular access, 2006 updates. National Kidney Foundation, 2009; 1-196.
5. Sidawy AN, Spergel LM, Besarab A, Allon M, Jennings WC, Padberg FT Jr *et al*. The Society for Vascular Surgery: Clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. *J Vasc Surg* 2008; 48(5 Suppl): 2S-25S.
6. Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, Hurwicz BJ. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med*. 1966; 275(20): 1089-92.
7. Albeir Y, David D, Dearing, Ali F, AbuRahma. Radiocephalic fistula: review and update. *Ann Vasc Surg* 2013;27: 370-378.
8. P.P.G.M. Rooijen, J.H.M. Tordoir, T. Stijnen, J.P.J. Burgmans, A.A.E.A. Smet de, T.I. Yo. Radiocephalic Wrist Arteriovenous Fistula for Hemodialysis: Meta-analysis Indicates a High Primary Failure Rate. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2004;28(6): 583-9.
9. Miller PE, Tolwani A, Luscyc CP, Deierhoi MH, Bailey R, Redden DT, *et al*: Predictors of adequacy of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1999; 56: 275-280.
10. Golledge J, Smith CJ, Emery J, Farrington K, Thompson HH: Outcome of primary radiocephalic fistula for haemodialysis. *Br J Surg* 1999; 86: 211-216.
11. Allon M, Ornt DB, Schwab SJ, Rasmussen C, Delmez JA, Greene T, *et al*: Factors associated with the prevalence of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients in the HEMO study. Hemodialysis Study Group. *Kidney Int* 2000; 58: 2178-2185.
12. Allon M, Robbin ML: Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: Problems and solutions. *Kidney Int* 2002; 62: 1109-24.
13. Dixon BS, Novak L, Fangman J: Hemodialysis vascular access survival: Upper-arm native arteriovenous fistula. *Am J Kidney Dis* 2002; 39: 92-101.
14. Miller CD, Robbin ML, Allon M: Gender differences in outcomes of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2003; 63: 346-352.
15. Savji N, Rockman CB, Skolnick AH, Guo Y, Adelman MA, Riles T *et al*. Association Between Advanced Age and Vascular Disease in Different Arterial Territories: A Population Database of Over 3.6 Million Subjects. *J Am Coll Cardiol* 2013;23;61(16):1736-43.
16. Owens CD, Wake N, Kim JM, Hentschel D, Conte MS, Schanzer A. Endothelial function predicts positive arterial-venous fistula remodeling in subjects with stage IV and V chronic kidney disease. *J Vasc Access* 2010;11: 329-334.
17. Olsha O, Hijazi J, Goldin I, Shemesh D. Vascular access in hemodialysis patients older than 80 years. *J Vasc Surg* 2015; 61(1): 177-183.
18. Lomonte C, Basile C. Preoperative assessment and planning of haemodialysis vascular access. *Clin Kidney J* 2015; 8(3): 278-281.
19. Silva MB Jr, Hobson RW, 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; 27:302-307; discussion 307-308.

20. Weale AR, Bevis P, Neary WD, Boyes S, Morgan JD, Lear PA *et al.* Radiocephalic and brachiocephalic arteriovenous fistula outcomes in the elderly. *J Vasc Surg.* 2008; 47(1): 144-50.
21. McGrogan D, Al Shakarchi J, Khawaja A, Nath J, Hodson J, Maxwell AP *et al.* Arteriovenous fistula outcomes in the elderly. *J Vasc Surg* 2015; 62(6): 1652-7.
22. Renaud CJ, HoPei JH, Lee EJC, Robless PA, Vathsala A. Comparative outcomes of primary autogenous fistulas in elderly, multiethnic Asian hemodialysis patients. *J Vasc Surg* 2012; 56(2): 433-9.
23. Lauvao LS, Ilnat DM, Goshima KR, Chavez L, Gruessner AC, Mills Sr JL. Vein diameter is the major predictor of fistula maturation. *J Vasc Surg* 2009; 49: 1499-1504.
24. Korzadeh A, Askari A, Hoff M, Smith V, Panayiotopoulos Y. The impact of patient demographics, anatomy, comorbidities and peri-operative planning on the primary functional maturation of autogenous radiocephalic arteriovenous fistula. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2017; 53(5): 726-732.
25. Hernandez T, Saudan P, Berney T, Merminod T, Bednarkiewicz M, Martin P-Y. Risk Factors for early Failure of Native Arteriovenous Fistulas. *Nephron Clin Pract* 2005; 101: c39-c44.

Medio-Distal radiocephalic arteriovenous fistula: when and how

RAFFAELLA MAURO, ALESSIA PINI, MOHAMMAD ALBUANHIN, RODOLFO PINI, CHIARA MASCOLI, ENRICO GALLITTO, GIANLUCA FAGGIOLI, ANDREA STELLA AND MAURO GARGIULO
Vascular Surgery, University of Bologna-DIMES. Bologna, Italy

INTRODUCTION

Arteriovenous fistula (AVF) is the preferred type of vascular access for hemodialysis (1). Best AVF requires an easy placement procedure, few interventions for long-term patency and the preservation of the patient's future vascular accesses (2-4).

Even though the radial-cephalic arteriovenous fistula at the wrist (W-AVF) is considered the first option (5), it is not feasible in patients with either a small diameter of the radial artery or the cephalic vein (6). In these patients a proximal AVF of the upper arm (P-AVF) is recommended. Nonetheless, the increasing survival of patients on dialysis is not balanced by a similar survival of native vessel AVF. As a consequence, an extended utilization of the vascular bed is needed to delay the exhaustion of the native vessels for AVF (7-8). The main disadvantage of AVF are the high primary failure rates and that they are not immediately available for use. A maturation time of several weeks is needed to ensure safe cannulation without compromising the survival of the access. Observed maturation times vary widely (10-11). The Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) showed that cannulation after surgery occurred within 8 weeks in 14 % of AVF in the United States, in 45 % in the United Kingdom, and in over 90 % in Europe (12). Furthermore, although there is agreement that AVF should

be placed as distally as possible, there is discussion on which AVF is most appropriate for elderly people, considering the high primary failure rate of W-AVF compared with brachiocephalic fistulae (P-AVF) in this age group. Primary failure rates, maturation times, and AVF survival vary with the type of AVF and patient characteristics (13-15).

The upper-arm fistula offers an alternative surgical option in high risk patients, but it is often complicated by high output failure and distal steal syndrome (16). To avoid heart failure or distal ischemia from an upper-arm fistula and early thrombosis or insufficient blood flow by a distal one in patients with comorbid situations, the use of a medio-distal radiocephalic fistula (MD-AVF) should be considered. Furthermore, in the last 30 years, the hemodialysis population has become older and sicker, comorbid factors have increased, and the life expectancy has been reduced, so nowadays it is even more important to create a working vascular access with as few complications as possible. Several studies have shown the classic W-AVF has an increased rate of early failure (early thrombosis or failed maturation) and a limited primary unassisted patency due to the frequent need of surgical revisions or endovascular procedures, or both, with increased costs and reduced patient quality of life (17-18). For these reasons, it is correct to wonder if the W-AVF still represents the first best choice for vascular access.

PREOPERATIVE EVALUATION

All patients should be underwent to a preoperative anamnestic and physical examination, including upper arm inspection and veins examination by ultrasound analysis. In accordance with KDOQUI guidelines (1) a vein mapping should be routinely performed, assessing vein diameter and depth, after the application of a tourniquet. Arterial patency should be assessed by arterial pulse examination and by ultrasound analysis. The non-dominant arm is usually considered primarily for arteriovenous creation. Choice of type of arteriovenous fistula is should be made according to the following algorithm:

1. Radial artery diameter ≥ 2 mm and a forearm cephalic vein diameter ≥ 2.5 mm, and no stenosis or thrombosis of the draining vein: W-AVF is considered (19).
2. Inadequate characteristics for W-AVF and proximal forearm radial artery diameter ≥ 2 mm and a suitable vein located in the antecubital fossa ≥ 2.5 mm (cephalic, median or perforating vein): MD-AVF is considered (19).

The most distal site is chosen to create an AVF in order to preserve the maximum number of future access sites (1-2).

CLINICAL EXAMINATION

Visual enhancement of the superficial veins can be provoked by placing a tourniquet on the upper arm while the patient clenches and releases the ipsilateral hand several times. On natural or provoked vein distention, one should measure the outside diameter of the vein.

DUPLEX ULTRASOUND SCANNING

The adequacy of the superficial veins can be determined with duplex ultrasound scan. Examinations are performed with a tourniquet placed on the patient's mid forearm, followed by placement of the tourniquet on the upper arm. The basilic and cephalic veins are imaged with the highest frequency available (10 to 12 MHz) to ensure an acceptable B-mode imaging. Details of the venous lumen, such as webs, can be visualized and should be noted if present. Duplex scanning of the deep venous system for evaluation of stenosis or occlusion have to be performed.

CONTRAST VENOGRAPHY

Venography may be indicated to determine the patency and adequacy of the deep venous systems, including central veins when Duplex ultrasound is not sufficient.

OPERATIVE ASSESSMENT

SURGICAL PROCEDURE

All the W-AVF, MD-AVF and P-AVF procedures are performed in our center under local anesthesia, after preoperative antibiotic prophylaxis. General anesthesia or peripheral nerve block (brachial plexus) was employed in selected cases. A 3-4 cm forearm (MD-AVF), wrist (W-AVF) and antecubital (P-AVF) skin incision is performed. After a systemic heparinization, a radial or brachial artery and cephalic/median/or basilic vein dissection is performed. Clamping, longitudinal venotomy and arteriotomy, and vein irrigation under pressure is performed, in order to avoid the torsion and obtain a better vein lumen.

End to side (W-AVF and MD-AVF) or side to side (P-AVF) arteriovenous anastomosis is then created. The procedure was completed with declamping, tissues hemostasis, suture of the subcutaneous layers over the anastomosis and intradermal suture of the skin. The technical success of the procedure is confirmed by the presence of a palpable thrill proximally and distally in the outflow vein. A scheme of the three artero-venous accesses performed is shown in **figure 1**.

Choice of type of arteriovenous fistula is made according to the following algorithm:

1. Radial artery diameter ≥ 2 mm and a forearm cephalic vein diameter ≥ 2.5 mm, and no stenosis or thrombosis of the draining vein: W-AVF (10-12).
2. Inadequate characteristics for W-AVF, proximal forearm radial artery diameter ≥ 2 mm and a suitable vein located along the forearm ≥ 2.5 mm: MD-AVF
3. W-AVF and MD-AVF unsuitability: P-AVF.

The rationale for this algorithm is to choose always the most distal AVF site in order to preserve the maximum number of future possible accesses (13-14).

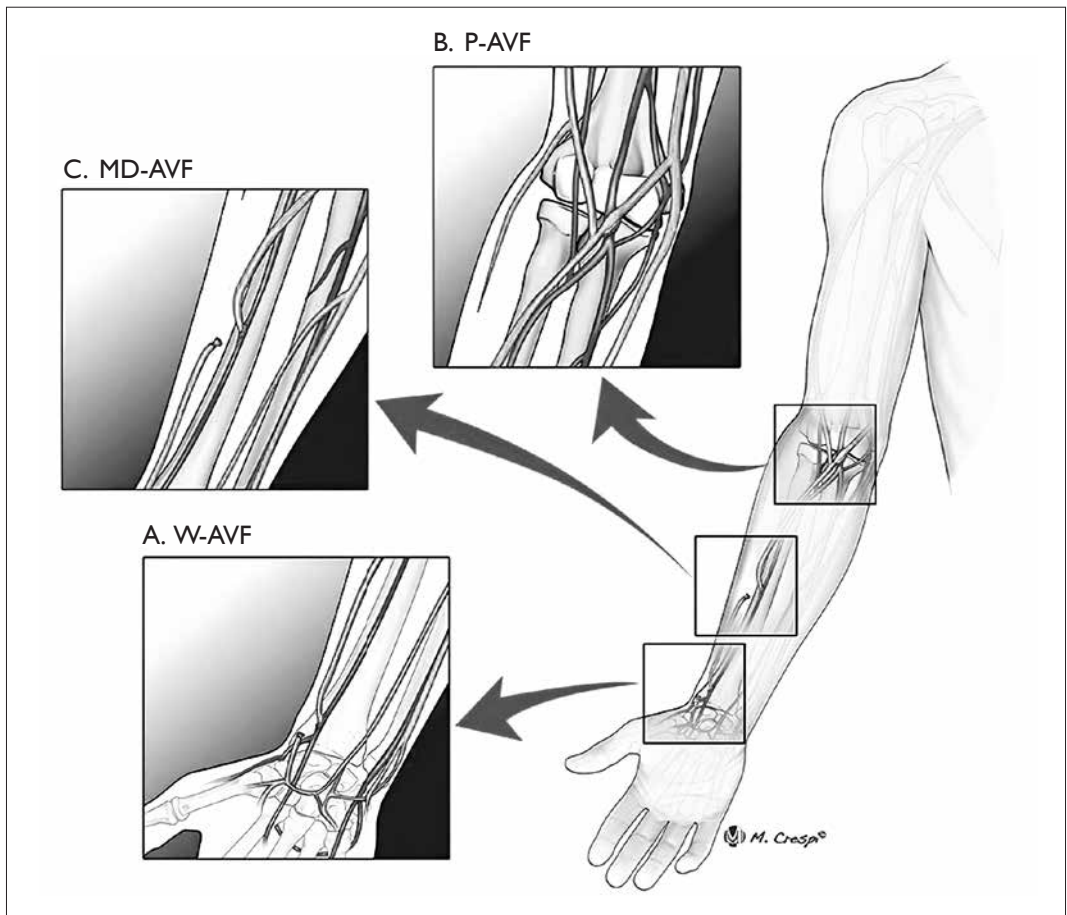


Fig. 1. The three types of radio-cephalic access: A. W-AVF, B. MD-AVF, C. P-AVF

OUR EXPERIENCE

From January 2013 to December 2015, 486 patients, undergoing arteriovenous access for hemodialysis, were recorded and retrospectively reviewed, in our Institute. Patients were treated by W-AVF, MD-AVF and by P-AVF, divided in 3 groups, homogeneous in terms of general and clinical preoperative characteristics and compared by propensity matched score. Our Study aimed to compare W-AVF, MD-AVF and P-AVF. Follow-up was recorded at 6, 12 and 24 months. Perioperative (30 day) outcomes were: ease of cannulation, technical success and timing of first cannulation. The postoperative outcomes (24 month) were primary and assisted-primary patency rates, early failure rate, ease of cannulation, complications and overall survival.

MD-AVF was created as second option after a W-AVF failure in 90 % of patients. Early failure rates were 5.4 %, 3.7 % and 3.3 %, respectively ($p = .90$). Ease of cannulation was 100 % in the groups of MD-AVF and P-AVF and 90 % in W-AVF group ($p = .02$). The time of first cannulation was 4 ± 3 months for W-AVF, 2 ± 2 months for MD-AVF and 1 ± 1 months for P-AVF, $p = .05$.

Primary patency was similar in the three groups ($74.3 \pm 8\%$, $63.2 \pm 11\%$ and $68.13 \pm 10\%$, $p = .70$ for W-AVF, MD-AVF and P-AVF, respectively); primary assisted patency was significantly lower in the MD-AVF at 24 months ($66.7 \pm 16\%$ vs $84.8 \pm 10\%$ and 100 % for W-AVF and P-AVF, 47 respectively, $p = .05$).

MD-AVF showed comparable results in terms of early failure, overall survival, primary patency and complications and better results in terms of ease of cannulation.

SUGGESTIONS

For several years physicians thought the success of an AVF depended more on the

availability of a suitable vein, with preference given to the wrist and up to the elbow, but now the selection process for dialysis is less stringent. Hemodialysis patients have more comorbid factors and the quality of the venous system is often compromised. Assessment of the arteries is important, particularly the quality of the arterial wall and the diameter of the arterial lumen, as a narrow, atherosclerotic, and calcified radial artery at the wrist will deliver a limited blood flow rate and will not undergo adaptive flow-mediated dilatation to generate sufficient fistula blood volume (the prerequisite for venous dilatation and satisfactory blood flow) (11). The growing number of patients with serious comorbidities on dialysis increases vascular problems, as evidenced by progressive centripetal peripheral vascular disease; a small-lumen, wall thickened, calcified radial artery is frequently found at the wrist and is linked to early thrombosis and insufficient blood flow. The absolute priority given to an anastomosis located at the wrist leads to repeated and unsuccessful attempts to create a vascular access and destroys the venous peripheral network of the forearm, which may be well arterialized in a retrograde way (11). That is why we decided to change our clinical approach and perform a tailored selection of type and location of the first vascular access. We aimed at creating a fistula that preserved patients' native vessels and provided safe and adequate dialysis performance.

Timing of surgery (AVF implantation before or after starting hemodialysis) was the only independent factor affecting AVF survival. Our data show that MD-AVF implantation before starting hemodialysis has a pivotal role in the long-term access patency: timing of MD-AVF creation is the main factor influencing the overall MD-AVF survival. Previously, Weber *et al.* showed similar data (20). Although good MD-AVF survival results have been reported (21-23) and MD-AVF has been used since the end of the 1970s, (23-24) this AVF had a slow diffusion

over the years. Created as a second choice after W-AVF to reduce the risk of distal ischemia, MD-AVF has a more challenging surgical approach compared with a wrist or brachial artery inflow AVF because of the discrepancy between the radial artery tract used as inflow and the superficial veins (median or cephalic).

Looking at our results, we wonder why we observed higher MD-AVF patency compared with rates in published reports. A reason that could justify these results is that MD-AVF was the first-choice fistula in 80 % of patients. We think our study could encourage reconsideration of the current recommendations in clinical practice guidelines in an elderly population with ischemic and diabetic nephropathy as the main causes of ESRD, although the W-AVF remains the first vascular access choice in properly selected patients. MD-AVF could be proposed as the first-choice AVF in selected patients when a W-AVF is not feasible and as a second step in case of W-AVF failure in all patients before attempting to place a brachial artery inflow AVF.

W-AVF is not feasible in patients with either a small diameter of the radial artery or the cephalic vein and a substantial number of W-AVF has a high primary failure and non maturing rate. In these patients, the KDOQI guidelines recommend a direct or transposed brachial artery AVF in the elbow region or in the upper arm (1). In our study, the correlation between W-AVF and P-AVF enriches of another suitable option (MD-AVF), which is in the most of the cases performed after a W-AVF failure. Despite comparable results of early failure, primary patency and overall survival with W-AVF and P-AVF, MD-AVF showed a significantly lower 24 months primary assisted patency. Another recent study (25) reported excellent MD-AVF primary and primary assisted patency rates (92.4 % at 1 year and 79.3 % at 4 years, with a 3.5 % probability of early failure), in contrast with our series. In this study, the MD-AVF considered were

created as first option in the 80.4 % of patients and in the 49.5 % before starting hemodialysis, differently from our series, in which MD-AVF is considered in the most of the cases a second option, after the W-AVF failure. Looking at our results, the explanation of these data could be the unfeasibility of MD-AVF after W-AVF failure because the draining vein has already been prejudiced by the previous access at the wrist. In Chisci et al study, the results of 120 MD-AVF, created in case of W-AVF unfeasibility, showed a better 1-year patency and 1-year effectiveness of this arteriovenous access, compared to P-AVF (99 % vs 89 %, $p < .001$ and 75.8 % vs 61.5 %, $p < .001$, respectively) (26). This series, in accordance with our results, emphasized how MD-AVF could be a good first-choice, when W-AVF is not feasible and with acceptable arteriovenous forearm diameters. Moreover, our results demonstrated how MD-AVF, compared to a W-AVF, enables a shorter maturation time and an easier cannulation, similar to P-AVF. Despite this characteristic and the high patency, P-AVF has a greater intraoperative risk of neurological injury and a long term higher risk of steal syndrome, heart failure and upper arm ischemia compared to the distal accesses. Nowadays, due to the older population and the increasing of comorbidities, these risks have become even more significant and is therefore mandatory to create an effective alternative vascular access with a low complication rate. There is discussion on which AVF is most proper for elderly patients, considering the high primary failure rate of the distal arteriovenous accesses compared to P-AVF in this age group (27-30). In these patients MD-AVF could be a good alternative to P-AVF, which remains anyway feasible in case of failure.

In conclusion, according with our experience the MD-AVF could represent an alternative first-step better than a second-step in the decision algorithm of the hemodialysis AVF creation.

REFERENCES

1. NKF-DOQI. Vascular access 2006 Work group. Clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis* 2006;48(suppl 1):S210-33.
2. Astor BC, Eustace JA, Powe NR, Klag MJ, Fink NE, Coresh J; CHOICE Study. Type of vascular access and survival among incident hemodialysis patients: the Choices for Healthy Outcomes in Caring for ESRD (CHOICE) Study. *J Am Soc Nephrol* 2005;16:1449-55.
3. Ethier J, Mendelssohn DC, Elder SJ, Hasegawa T, Akizawa T, Akiba T et al. Vascular access use and outcomes: an international perspective from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23:3219-26.
4. Brescia MJ, Cimino JE, Appell K, Hurwich BJ, Scribner BH. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med* 1966;275:1089-92.
5. Ayez N I, van Houten VA, de Smet AA, van Well AM, Akkersdijk GP, van de Ven PJ, et al. The Basilic Vein and the Cephalic Vein Perform Equally in Upper Arm Arteriovenous Fistulae. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012;44:227-231.
6. Kosa SD, Al-Jaishi AA, Moist L, Lok CE. A metaanalysis of dialysis access outcome in elderly patients. *J Vasc Surg* 2007;45:420-6.
7. Olsha O, Hijazi J, Goldin I, Shemesh D. Vascular access in hemodialysis patients older than 80 years. *J Vasc Surg* 2015;61(1):177-183.
8. Mauro R, Pini R, Faggioli G, Donati G, Facchini MG, D'Amico R et al. Impact of duplex ultrasound surveillance program on patency of prosthetic arteriovenous graft for hemodialysis: a single-center experience. *Ann Vasc Surg* 2015;29(6):1211-7.
9. Lok CE, Sontrop JM, Tomlinson G, Rajan D, Cattral M, Oreopoulos G, et al. Cumulative patency of contemporary fistulas versus grafts (2000e2010). *Clin J Am Soc Nephrol* 2013;8(5):810-8.
10. Rayner HC, Pisoni RL, Gillespie BW, Goodkin DA, Akiba T, Akizawa T, et al. Creation, cannulation and survival of arteriovenous fistulae: data from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney Int* 2003;63(1):323-30.
11. Lauvao LS, Ihnat DM, Goshima KR, Chavez L, Gruessner AC, Mills Sr JL. Vein diameter is the major predictor of fistula maturation. *J Vasc Surg* 2009;49(6):1499-504.
12. 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;61:305-316.
13. Ethier J, Mendelssohn DC, Elder SJ, Hasegawa T, Akizawa T, Akiba T, et al. Vascular access use and outcomes: an international perspective from the dialysis outcomes and practice patterns study. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23(10):3219-26.
14. Lazarides MK, Georgiadis GS, Antoniou GA, Staramos DN. A meta-analysis of dialysis access outcome in elderly patients. *J Vasc Surg* 2007;45(2):420-6.
15. Rooijens PP, Tordoir JH, Stijnen T, Burgmans JP, Smet de AA, Yo TI. Radiocephalic wrist arteriovenous fistula for hemodialysis: meta-analysis indicates a high primary failure rate. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004;28(6):583-9.
16. Feldman HI, Kobrin S, Wasserstein A. Hemodialysis vascular access morbidity. *J Am Soc Nephrol* 1996;7:523-535.
17. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. *Kidney Int* 2002;62:1109-24.
18. Biuckians A, Scott EC, Meier GH, Panneton JM, Glickman MH. The natural history of autologous fistula as first-time dialysis access in the KDOQI era. *J Vasc Surg* 2008;47:415-21.
19. Lee T, Mokrzycki M, Moist L, and the North American Vascular Access Consortium (NAVAC). Standardized Definitions for Hemodialysis Vascular Access. *Semin Dial* 2011;24(5):515-524.
20. Weber CL, Djurdjev O, Levin A, Kiai M. Outcomes of vascular access creation prior to dialysis: building the case for early referral. *ASAIO J* 2009;55:355-60.
21. Konner K. Primary vascular access in diabetic patients: an audit. *Nephrol Dial Transplant* 2000;15:1317-25.
22. Jennings WC. Creating arteriovenous fistulas in 132 consecutive patients. *Arch Surg* 2006;141:27-32.
23. Toledo-Pereyra LH, Kyriakides GK, Ma KW, Miller J. Proximal radial artery-cephalic vein fistula hemodialysis. *Arch Surg* 1977;112:226-7.
24. Gracz KC, Ing TS, Soung LS, Armbruster KF, Seim SK, Merkel FK. Proximal forearm fistula for maintenance hemodialysis. *Kidney Int* 1977;11:71-5.
25. Bonforte G, Rossi E, Auricchio S, Pogliani D, Mangano S, Mandolfo S et al. The middle-arm fistula as a valuable surgical approach in patients with end-stage renal disease. *J Vasc Surg* 2010;52:1551-6.
26. Chisci E, Harris LM, Menici F, Frosini P, Romano E, Troisi N et al. Outcomes of three types of native arteriovenous fistula in a single center. *J Vasc Access* 2017;18(5):379-383.
27. Rooijens PP, Tordoir JH, Stijnen T, Burgmans JP, Smet de AA, Yo TI. Radiocephalic wrist arteriovenous fistula for hemodialysis: meta-analysis indicates a high primary failure rate. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004;28(6):583-9.
28. Weale AR, Bevis P, Neary WD, Boyes S, Morgan JD, Lear PA et al. Radiocephalic and brachiocephalic arteriovenous fistula outcomes in the elderly. *J Vasc Surg* 2008;47(1):144-50.
29. Roberts MAI, Polkinghorne KR, McDonald SP, Ierino FL. Secular trends in cardiovascular mortality rates in patients receiving dialysis compared with the general population. *Am J Kidney Dis* 2011;58(1):64-72.
30. Wilmink T, Hollingworth L, Powers S, Allen C, Dasgupta I. Natural History of Common Autologous Arteriovenous Fistulae: Consequences for Planning of Dialysis Access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016;51:134-140.
31. Donati G, Cianciolo G, Mauro R, Rucci P, Scivo A, Marchetti A et al. PTFE grafts versus tunneled cuffed catheters for hemodialysis: which is the second choice when arteriovenous fistula is not feasible? *Artif Organs* 2015;39(2):134-41.

Métodos de monitorización del acceso vascular

NATALIA MORADILLO RENUNCIO, RUTH FUENTE GARRIDO, VICTORIA SANTAOLALLA GARCÍA, MÓNICA HERRERO BERNABÉ, PAULA VELASCO HERNÁNDEZ Y GONZALO GONZÁLEZ PÉREZ
Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario de Burgos. Burgos. España

El acceso vascular (AV) para hemodiálisis (HD) es esencial para la supervivencia del enfermo renal, teniendo además gran repercusión en su calidad de vida, de ahí la importancia de mantener dicho AV permeable y en condiciones óptimas para su utilización. Para obtener una fistula arterio-venosa (FAV) válida para HD, hay que sortear numerosos obstáculos, sobre todo en el caso de la FAV nativa (FAVn), con elevado fracaso de maduración (aproximadamente el 40 % (1)). Una vez alcanzada la funcionalidad, hay que seguir en estado de alerta y utilizar todos los medios disponibles para evitar la trombosis del AV.

La trombosis irreversible de la FAV ocasiona reducción del capital venoso, necesidad de implantación de un catéter venoso central (CVC), menor eficacia de la HD, posible estenosis/trombosis de venas centrales, inflamación crónica y la construcción de una nueva FAV. Todo ello incrementa la frecuencia de hospitalización, la morbimortalidad y el gasto sanitario (2). Los métodos de monitorización del AV que desarrollaremos en este capítulo están orientados a diagnosticar precozmente la disfunción de la FAVI para poder tratarla antes de que se produzca la temida trombosis, con sus importantes consecuencias.

TÉCNICAS DE MONITORIZACIÓN Y VIGILANCIA DE LA FAV:
PRIMERA GENERACIÓN
1. Monitorización clínica Exploración física Problemas durante la sesión HD Sobrecarga de la FAVn por flujo de bomba
2. Presión de la FAV Presión venosa dinámica Presión intra-acceso estática equivalente o normalizada
3. Recirculación de la FAV
4. Disminución inexplicable de la adecuación de diálisis: Kt/v , PRU, Kt .
SEGUNDA GENERACIÓN
Permiten la estimación no invasiva del flujo del acceso de 2 formas:
1. Directa: Ecografía-Doppler
2. Indirecta: métodos de screening dilucionales

Tabla 1. Resumen de técnicas de monitorización y vigilancia de la FAV (7)

Se ha demostrado que la permeabilidad secundaria de la FAV es significativamente inferior después de la trombosis si se compara con la reparación electiva de la estenosis antes de la trombosis (3). Si se diagnostica y corrige a tiempo, puede evitar la subdiálisis y reducir la tasa de trombosis entre el 40 y el 75 % (4).

Por tanto, el tratamiento de elección de la trombosis de la FAV no es su rescate con cirugía abierta o endovascular, sino su prevención mediante el diagnóstico y tratamiento precoz de la estenosis significativa, para lo cual necesitamos protocolizar los métodos de monitorización de AV. Los programas de seguimiento deben desarrollarse en cada unidad de HD de forma sistemática, protocolizada y con una participación multidisciplinar (enfermería, nefrología y cirugía vascular) (5). Resumen de técnicas de monitorización y vigilancia de la FAV (Tabla 1)

MÉTODOS DE PRIMERA GENERACIÓN

A. MONITORIZACIÓN CLÍNICA

1. Exploración física: cambios en las características del pulso, soplo y frémito de la FAV respecto a controles previos, permiten diagnosticar una estenosis y su localización, así como aneurismas o infección (6). Presenta elevada sensibilidad, especificidad y precisión para el diagnóstico de la estenosis, además es una técnica de bajo coste que no requiere instrumentación especial, y, por tanto, debe ocupar una posición destacada entre los métodos de cribado de la FAV (6). Detalles de inspección, palpación y auscultación en (Tablas 2 y 3).

SISTEMÁTICA DE EXPLORACIÓN FÍSICA (7)
INSPECCIÓN DEBE INCLUIR
<ul style="list-style-type: none"> – Toda la extremidad de la FAV y debe compararse con la contralateral. Si se encuentra en miembro superior, debe incluir igualmente hombro, torax, mamas, cuello y cara. – Diámetro de la FAV, longitud útil para canulación y existencia de venas colaterales – Test de elevación del brazo – Signos de infección – Edema (casi siempre indicativo de estenosis venosa central) – Cicatrices en pecho y cuello por CVC previo o cirugías – Presencia de dispositivos en pared torácica (Marpasos) – Dilatación aneurismática – Trastornos tróficos cutáneos por robo vascular o hipertensión venosa
PALPACIÓN DEBE INCLUIR
<ul style="list-style-type: none"> – Evaluación de pulso y thrill normal o anormal – Test de aumento de pulso y de oclusión secuencial
AUSCULTACIÓN DEBE INCLUIR
<ul style="list-style-type: none"> – Evaluación del soplo normal o anormal

Tabla 2. **Sistemática de exploración física (7).**

	Normal	Estenosis Inflow	Estenosis Outflow	Estenosis venosa central	Trombosis
INSPECCIÓN	Vena arterializada normal	Vena arterializada mal definida. Escesivo colapso con la elevación del brazo.	Distendida Ausencia de colapso con la elevación del brazo.	Edema. Circulación colateral proximal. Ausencia de colapso con la elevación del brazo	Puede verse hiperemia sobre el segmento trombosado
PALPACIÓN (PULSO)	Blando y fácilmente comprensible	Disminuido Test de aumento de pulso: débil	Aumentado	Variable (normal o aumentado)	Ausente o aumentado
PALPACIÓN (FRÉMITO)	Continuo. Sistólico y diastólico	Discontinuo (únicamente sistólico). Disminuido	Discontinuo (únicamente sistólico) Aumentado sobre la lesión	Variable (normal o aumentado) Puede estar presente por debajo de la clavícula	Ausente
AUSCULTACIÓN (SOPLO)	Continuo. Sistólico y diastólico	Discontinuo, (únicamente sistólico) Disminuido	Discontinuo (únicamente sistólico). Tono alto o piente. Aumentado sobre la lesión	Variable (normal o aumentado) Puede estar presente por debajo de la clavícula	Ausente

Tabla 3. **Diagnóstico diferencial de la localización de la estenosis en función de la exploración física (7).**



Imágenes 1 y 2. **Test de elevación del brazo normal.** Se observa el adecuado colapso de la vena arterializada.

Test de elevación del brazo de la FAVn por encima del nivel del corazón: se observa si existe colapso de la vena arterializada. Es normal cuando existe colapso (se

descarta estenosis del outflow). Si existe estenosis venosa, solo la parte de la vena proximal a ésta se colapsará, mientras que la zona distal a la estenosis permanecerá distendida (7) (Imágenes 1 a 4).



Imágenes 3 y 4. **Test de elevación del brazo patológico:** ausencia de colapso de la vena arterializada con la elevación del miembro.



Imagen 5. **Exploración del test de aumento de pulso.**

Test de aumento de pulso: permite evaluar el inflow del AV. Se realiza la oclusión de la vena arterializada a varios cm proximal a la anastomosis con una mano, y se evalúa simultáneamente la intensidad del pulso en la anastomosis con la otra. Es normal cuando existe un aumento de pulso. La presencia de estenosis de la arteria nutricia condiciona el grado de incremento del pulso obtenido (7) (Imagen 5).

Test de oclusión secuencial: detecta ramas venosas colaterales de la vena arterializada. Consiste en la oclusión de la vena arterializada progresivamente en todo su trayecto comprobando desaparición del thrill a nivel de la anastomosis. Si al ocluir en algún punto la anastomosis no pierde el thrill significa que existe una vena colateral por debajo del punto de oclusión que da salida a la FAVI (7).

2. Problemas durante la sesión de HD: signos indirectos de estenosis si aparecen de forma persistente.

- Dificultad para la punción y/o canalización de la FAV.
- Aspiración de coágulos durante la punción.
- Aumento de la presión arterial negativa pre-bomba.
- Imposibilidad de alcanzar el Q_B prescrito.
- Aumento de la presión de retorno o venosa.
- Tiempo de hemostasia prolongado, en ausencia de anticoagulación excesiva.

3. Test de sobrecarga de la FAVn por flujo de bomba (Q_B) con la elevación de la extremidad superior de 0 a 90° durante la sesión de HD: eficaz para diagnosticar estenosis de inflow (7).

B. MONITORIZACIÓN Y VIGILANCIA DE LA PRESIÓN DE LA FAV

La presencia de una estenosis significativa de la FAV puede provocar un incremento retrógrado de la presión.

1. *Presión venosa dinámica (PVD):* presión necesaria para retornar la sangre dializada a través de la aguja venosa. Datos limitados para diagnosticar estenosis o predecir trombosis (8).

2. *Presión intra-acceso (PIA) estática:* Se determina con la bomba detenida ($Q_B=0$). A diferencia de la PVD no está influenciada por el tipo de aguja utilizado, el flujo de bomba o la viscosidad sanguínea. Eficaz para el diagnóstico de estenosis del AV. La vigilancia de la FAV protésica (FAVp) con esta técnica ha conseguido un descenso de la incidencia de trombosis del 70 % (9). Como la PIA está en relación con la presión arterial media (PAM),

sus resultados se pueden expresar de forma equivalente o normalizada mediante el cociente PIA/PAM.

C. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE RECIRCULACIÓN

En presencia de una estenosis significativa, el flujo de la FAV (QA) disminuye, y aumenta el porcentaje de sangre ya dializada que entra de nuevo en el dializador a través de la aguja arterial. Aparece cuando el QA está próximo o por debajo del flujo de bomba programado o QB (300-500 ml/min) (4). No es el mejor método para detectar la estenosis de forma precoz, sobre todo en FAVp, donde la recirculación se presenta ya con estenosis severas y riesgo muy alto de trombosis (10). Una estenosis entre las 2 agujas no causa recirculación (11).

1. *Recirculación de Urea*: si >10 % criterio para prueba de imagen

2. *Técnicas dilucionales*: mayor sensibilidad y especificidad. Si > 5 y 15 % respectivamente con dilución ultrasónica y termodilución, investigar estenosis (4).

D. DISMINUCIÓN INEXPLICABLE DE LA ADECUACIÓN DE LA HD (ÍNDICE KT/V, PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE LA UREA [PRU], ÍNDICE KT)

Signos indirectos de la disfunción del AV. La eficacia de la HD se afecta de forma tardía (12).

MÉTODOS DE SEGUNDA GENERACIÓN

Permiten calcular el flujo sanguíneo (QA) de la FAV. En presencia de una estenosis significativa el QA disminuye siempre, independien-

temente del tipo de FAV (nativa o protésica) o su localización (arteria nutricia, anastomosis, vena arterializada o vena central). Constituye una ventaja notable respecto a métodos de 1.ª generación (4, 12).

A. INDIRECTOS: MÉTODOS DE CRIBADO DILUCIONALES

Deben realizarse dentro de la primera hora de HD para evitar los cambios hemodinámicos por la ultrafiltración (2).

- Dilución por ultrasonidos
- Dilución del hematocrito o Delta-H
- Termodilución
- Técnica de gradiente de temperatura
- Método de dialisancia iónica

Permite identificar también FAV hiperdinámicas con un QA excesivo (>2000 ml/min o al 20 % del gasto cardíaco [14]), capaces de provocar insuficiencia cardíaca. Puede producirse descompensación cardíaca ante $QA < 2000$ ml/min en pacientes con reserva miocárdica reducida.

B. DIRECTO: ECOGRAFÍA DOPPLER (ED)

Técnica no invasiva, no utiliza radiaciones ionizantes ni contrastes yodados, es barato y de fácil disponibilidad, aunque es explorador-dependiente. Permite la visualización directa de la FAV y por lo tanto la vigilancia morfológica (15). Permite además la determinación directa del QA, preferentemente sobre la arteria humeral, a 5 cm de la anastomosis ($QA = \text{Promedio de la velocidad media [cm/s]} \times \text{área transversal [mm}^2] \times 60$).

Es la prueba de imagen de elección para confirmar, localizar y cuantificar la estenosis detectada mediante los métodos de cribado antes de efectuar el tratamiento electivo (16).

Se recomienda la ED como exploración de imagen de primera elección en manos experimentadas, sin necesidad de fistulografía confirmatoria, para indicar el tratamiento electivo ante sospecha de estenosis significativa, reservando la fistulografía para los casos de resultado no concluyente en ED y sospecha persistente de estenosis significativa. Se puede utilizar indistintamente tanto la ED como los métodos de cribado dilucionales para evaluar la función de la FAV, ya que presentan un rendimiento equivalente en la determinación del QA (7).

El análisis prospectivo de cualquier parámetro de monitorización o vigilancia tiene mayor poder predictivo para detectar la disfunción de la FAV que los valores aislados de este (4). Se debe disponer de un registro de cada FAV en la unidad de HD, que permita efectuar una evaluación a lo largo del tiempo. La utilización de varios métodos de monitorización o vigilancia de forma simultánea aumenta el rendimiento del programa de seguimiento (17).

¿DEBE REALIZARSE LA MISMA VIGILANCIA EN ACCESOS NATIVOS Y PROTÉSICOS?

No se recomienda vigilar FAVp mediante métodos de cribado de segunda generación, tanto con técnicas dilucionales para estimar el flujo sanguíneo, como con ecografía Doppler (7). Los estudios no han mostrado diferencias estadísticamente significativas en el riesgo de trombosis o en la supervivencia de la FAVp si se añaden los métodos activos de vigilancia a los de monitorización habitual. Se recomienda monitorizar FAVp con métodos de primera generación (18).

Sin embargo, se recomienda utilizar tanto métodos de primera como segunda generación para la monitorización de FAVn. Se ha demostrado que la vigilancia mediante determinaciones del QA disminuye de forma significativa el riesgo de trombosis (19).

El concepto de estenosis significativa debería modificarse e incluir únicamente los AV con **elevado riesgo de trombosis** y, por tanto, tributarios de intervención correctiva. Existen algunos factores morfológicos y funcionales que, añadidos a los criterios de estenosis tradicionales, suficiente poder predictivo para discernir si una FAVn o protésica con estenosis tiene un riesgo alto o bajo de trombosis (7). Estos criterios son:

Dos criterios principales: porcentaje de reducción de la luz vascular > 50 % + ratio pico de la velocidad sistólica > 2

Uno de los siguientes criterios adicionales como mínimo:

Criterio morfológico (diámetro residual < 2 mm) o Criterio funcional:

$(Q_A [ml/min] < 500 [FAVn]-600 [FAVp])$ o

Disminución de $Q_A > 25\%$ si $Q_A < 1000 ml/min$

Si se efectúa un tratamiento preventivo en caso de una estenosis >50 % con bajo riesgo de trombosis, además de ser un procedimiento innecesario y de coste económico reparable, podemos producir una reestenosis acelerada y provocar la trombosis de la FAV que no se hubiera producido con la abstención terapéutica.

- Se considera una estenosis como significativa en FAVn o FAVp si cumple con todos los criterios de alto riesgo de trombosis (los 2 criterios principales y uno adicional como mínimo). Se debe efectuar sin demora la intervención electiva mediante ATP y/o cirugía ante el diagnóstico, por alto riesgo de trombosis (7).
- Se considera a una estenosis como no significativa en FAVn o FAVp si no cumple con todos los criterios de alto riesgo de trombosis (los 2 criterios principales, pero ninguno adicional). No se debe efectuar en este caso ninguna intervención electiva, pero si un control estricto mediante métodos de cribado de segunda generación, por el riesgo de progresión a significativa (7).

BIBLIOGRAFÍA

1. Allon M. Current management of vascular access. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2007; 2:786-800.
2. Roca-Tey R. Control de los accesos vasculares. Exploración física e instrumental. En: González Álvarez MT, Martínez Cercós R. Manual de accesos vasculares para hemodiálisis. Barcelona: Marge Médica Books; 2010. p.87-97.
3. Lipari G, Tessitore N, Poli A, Bedogna V, Impedovo A, Lupo A, et al. Outcomes of surgical revision of stenosed and thrombosed forearm arteriovenous fistulae for hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 2007; 22:2605-12.
4. NFK/DOQI. Clinical Practice Guidelines for Vascular Access. *Am J Kidney Dis*. 2006;48 Suppl 1:S176-273
5. Roca-Tey R. Vigilancia y seguimiento del acceso vascular: indicaciones, cuidados y métodos de monitorización. Situación actual del acceso vascular en Cataluña. En: Collado S, Pascual J, coordinadores. Avances en diálisis. Barcelona: Publicaciones Permanyer; 2012. p. 49-59.
6. Salman L, Beathard G. Interventional Nephrology: Physical Examination as a Tool for Surveillance for the Hemodialysis Arteriovenous Access. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013; 8:1220-7
7. Guía clínica española para el acceso vascular para hemodiálisis. Ibeas et al (2017), *Nefrología*, 37, 1-191.
8. Bosman PJ, Boereboom FTJ, Smits HFM, Eikelboom BC, Koomans HA, Blankestijn PJ. Pressure or flow recordings for the surveillance of hemodialysis grafts. *Kidney Int*. 1997;52: 1084-8.
9. Besarab A, Sullivan KL, Ross RP, Moritz MJ. Utility of intraaccess pressure monitoring in detecting and correcting venous outlet stenoses prior to thrombolysis. *Kidney Int*. 1995; 47:1364-73
10. Besarab A. Access Monitoring is Worthwhile and Valuable. *Blood Purif*. 2006;24:77-89.
11. Tonelli M, Jindal K, Hirsch D, Taylor S, Kane C, Hembrey S. Screening for subclinical stenosis in native vessel arteriovenous fistulae. *J Am Soc Nephrol*. 2001;12:1729-33.
12. Hakim R, Himmelfarb J. Hemodialysis access failure: a call to action. *Kidney Int*. 1998; 54:1029-40.
13. Tordoir J, Canaud B, Haage P, Konner K, Basci A, Fouque D, et al. EBPG on Vascular Access. *Nephrol Dial Transplant*. 2007;22 Suppl 288-117.
14. Basile C, Lomonte C, Vernaglionone L, Casucci F, Antonelli M, Losurdo N. The relationship between the flow of arteriovenous fistula and cardiac output in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2008; 23:282-7.
15. Tordoir JH, Hoeneveld H, Eikelboom BC, Kitslaar PJ. The correlation between clinical and duplex ultrasound parameters and the development of complications in arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Eur J Vasc Surg*. 1990; 4:179-84.
16. Campos RP, Do Nascimento MM, Chula DC, Do Nascimento DE, Riella MC. Stenosis in hemodialysis arteriovenous fistula: evaluation and treatment. *Hemodial Int*. 2006; 10:152-61
17. Hoeben H, Abu-Alfa AK, Reilly RF, Aruny JE, Bouman K, Perazella MA. Vascular Access surveillance: evaluation of combining dynamic venous pressure and vascular access blood flow measurements. *Am J Nephrol*. 2003; 23:403-8.
18. Kumbar L, Karim J, Besarab A. Surveillance and monitoring of dialysis access. *Int J Nephrol*. 2012; 2012:649735.
19. Tessitore N, Bedogna V, Verlato G, Poli A. The Rise and Fall of Access Blood Flow Surveillance in Arteriovenous Fistulas. *Semin Dial*. 2014; 27:108-18.

Prevención tromboembólica del acceso vascular

CARLOS VAQUERO, LOURDES DEL RÍO, ÁLVARO REVILLA, NOELIA CENIZO, ENRIQUE SAN NORBERTO Y JOSÉ ANTONIO BRIZUELA

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

INTRODUCCIÓN

La prevención antitrombótica de los accesos de hemodiálisis es un aspecto escasamente contemplado a nivel de la literatura publicada sobre el tema (1, 2, 3, 4, 5). Estos pacientes, que si bien se les somete a terapéuticas antitrombóticas en determinadas situaciones de sus tratamientos como enfermos nefrológicos, en los protocolos no se reconoce por norma general ninguna pauta especial para prevenir las situaciones trombóticas de los accesos vasculares que son portadores (6, 7, 8, 9, 10). Sin embargo, por las características de los enfermos, generalmente con patología asociada y a veces muy relevante, la edad de los mismos y determinadas circunstancias en relación con la situación anatómica, fisiopatológica o funcional del acceso, parece interesante realizar una serie de consideraciones sobre estos hechos y analizar los aspectos que más pueden influir en el mantenimiento y tratamiento del paciente, su proyección futura con respecto a la pauta terapéutica y la situación local del acceso (11).

Se ha podido constatar que es habitual la anticoagulación local de los segmentos vasculares tanto arteriales como venosos implicados en la confección de un acceso de hemodiálisis durante el procedimiento operatorio (12). Por parte de un limitado número de autores se admite la anticoagulación durante el postoperatorio inmediato mediante la utilización de heparina en pacientes a los

que se ha realizado un acceso que presenta un bajo flujo o con condiciones hemodinámicas que se presume un alto riesgo de trombosis y que en ninguno de los casos va más allá la prevención de las veinticuatro horas (13). En lo que respecta a la prevención de la retrombosis en pacientes que se les ha realizado una trombectomía previa en casos de oclusión del acceso, se han detectado pautas en la literatura publicadas en otras décadas que en el momento actual en escasas publicaciones se contemplan o se mantienen (14). De esta forma en pacientes con complicaciones trombóticas diagnosticadas precozmente con hemodinámica de bajo flujo en el shunt asociado con episodios repetitivos de retrombosis y sin evidencia clara demostrada mediante ultrasonidos o angiográficamente de problemas mecánicos se proponía la anticoagulación (15). Existen referencias antiguas de administración de warfarina por Wing, Curtis y Wardener (16) a un grupo de pacientes que presentaron por lo menos un episodio de trombosis. Se aplicaba una dosis inicial de de 30 mg seguida 48 horas más tarde de dosis de mantenimiento de 3-12 mg diarios. Durante las primeras 48 horas a los pacientes también se les aplicaba una dosis de 5000 unidades cada 6 horas y de esta forma el régimen de incidencia de trombosis se reducía. Estos resultados fueron confirmados por otros autores como Róbinson y cols (17), Curtis y cols (18). El tiempo de protrombina se solía mantener a 1.5 veces el valor normal. Una vez que la anticoagulación

se iniciaba era necesario mantenerla durante toda la vida de funcionamiento del shunt para evitar la retrombosis.

La anticoagulación sistémica requiere un cuidadoso control y puede ser causa de serios problemas hemorrágicos y por este motivo se han utilizado como alternativa las heparinas de bajo peso molecular o el empleo de soluciones de dextranos. Aviram y cols (19) utilizaron en una serie de enfermos dextrano glucosado al 10% que era perfundido al paciente en cada diálisis, con esta estrategia apuntaron que se reducía la incidencia de trombosis con pocos efectos colaterales.

Es importante la consideración de especial perfil del paciente insuficiente renal, enfermo complejo desde el punto de vista médico, que aparte de su lesión y afección renal, suele ser portador de patología asociada como enfermedades sistémicas y en especial la colagenosis, diabetes, aterosclerosis, patología cardíaca, hepática o endocrina que conlleva en algunos casos alcanzar un 75 % de los pacientes con patología arterial (20).

Las alteraciones de la coagulación, sobre todo la hipercoagulabilidad pueden representar un riesgo importante que puede desencadenar el fenómeno trombotico y la posterior oclusión del acceso (21).

Otro aspecto importante es la consideración de las características de los accesos vasculares desde el punto de vista de la trombogenicidad. De esta forma los **Accesos biológicos** tipo *fístula* o *shunt arteriovenoso*, donde el sistema arterial se conecta con el sistema venoso, ya sea de forma directa con la anastomosis de la arteria a la vena o mediante la interposición de un segmento venoso entre la arteria y una vena del paciente que servirá para su punción y extracción de la sangre para su depuración por hemodiálisis. Por el segmento venoso discurre sangre arterial derivada de la arteria con alto flujo que arterializará con el tiempo la pared de la vena y que suele

conllevar un flujo de perfil turbulento. En este tipo de accesos existe un proceso biológico evolutivo de arterialización por parte de la vena, cambios de engrosamiento, hiperplasia, elongación y engrosamiento generalmente a nivel de las anastomosis vasculares (22, 23, 24).

En los **Accesos protésicos**, la comunicación entre el segmento arterial y el venoso se realiza mediante la interposición de un segmento tubular protésico de material plástico donde se ha pretendido que la industria que los desarrollan presente las menores características trombogénicas. La anticoagulación recomendada durante su realización es de 0.5 mg/kg en el periodo previo al preclampado y la administración de sulfato de protamina a dosis de 1.5 mg por mg de heparina previamente administrada después de la retirada del clamp ocluser (25).

Los **Catéteres** son dispositivos que se implantan de forma temporal o permanente, estructuralmente formados por conductos tubulares de material plástico con características de cierto perfil antitrombotico y que se implantan en el sistema venoso central generalmente la cava superior a través de una vena confluyente utilizando generalmente la vena subclavia o las venas yugular externa o interna (26). El dispositivo por su configuración dispone de una doble vía una para la extracción de la sangre y otra para su reposición una vez depurada (27, 28). Durante el proceso de hemodiálisis existe una circulación por los sistemas tubulares de alto flujo, pero que en los periodos entre diálisis los conductos permanecen con un segmento tubular con contenido no circulante por lo que hay que mantener el espacio lleno de una solución no trombogénica para prevenir el fenómeno trombotico. Este tipo de catéteres suele desarrollar obstrucciones generalmente de sus orificios a nivel intravascular por la aposición de elementos formes y material hemático. Estos catéteres se mantienen con un tratamiento antitrombotico para prevenir la coagulación intraconductal, utilizando

heparina Standard (1.5-2 ml por catéter que corresponde a 7500-10 000 IU/ml de acuerdo con la longitud de catéter) (29). (Los catéteres de Tesio eran perfundidos y cerrados con 5000 U/ml de acuerdo con el espacio muerto de cada catéter) (3, 6). En algunas ocasiones se han utilizado para mantenimiento cerrado del catéter una mezcla de 20 000 U de heparina sódica y 5000 unidades de uroquinasa administrada en partes iguales entre los dos conductos del catéter y de forma rutinaria. La concentración de heparina en un sellado de catéter se señala en 20 U/ml. El citrato en algunas ocasiones en bajas concentraciones, ha sido propuesto para el sellado de catéteres, pero este puede producir paradas cardíacas. La poligelina también se ha apuntado para utilizarse con estos fines pero su superioridad en su empleo frente a la heparina no está demostrada.

La utilización de antiagregantes plaquetarios o anticoagulantes de forma sistémica en pacientes con implantación de catéteres de hemodiálisis para prevenir la trombosis, aunque su efecto preventivo no ha sido evidenciado además de incrementar el riesgo hemorrágico por lo que su utilización, queda restringido a pacientes con indicaciones especiales por su especial perfil patológico (30, 31, 32, 33).

Los **fármacos antitrombóticos** disponibles para su utilización en la prevención de la trombosis se resumen a la casi totalidad de las drogas anticoagulantes incluyendo entre ellas los dicumarínicos, heparinas de diferentes tipos y los antiagregantes plaquetarios (34).

Los *dicumarínicos* son drogas del grupo de las antivitaminas K y que actúan sobre los factores de la coagulación con una excelente capacidad antitrombótica pero con altos riesgos de desarrollo y de hemorragias, complicados controles y tiempo relativamente largo para su neutralización, al ser subsidiarios de un metabolismo hepático. No se suelen utilizar en los pacientes insuficientes renales. Solo se ha

detectado una evidencia de su utilización hace décadas buscando su eficacia en la prevención de la trombosis de los accesos formados por shunts externos tipo Scribener-Quinton (32, 35).

La *familia de las Heparinas* que van desde las sódica administrada de forma sistémica por vía intravenosa, de relativo fácil control y reversibilidad con la utilización de sulfato protamina, se utiliza en los periodos de hemodiálisis por el riesgo trombotico en proceso de depuración de la sangre (36).

La heparina por una parte reduce la hiperplasia intimal por bloqueo de la migración y proliferación de las células musculares lisas (37) inhibiendo la producción de metaloproteinasas.

Las heparinas fraccionadas y de bajo peso molecular se administran por vía subcutánea, utilizándose de forma preventiva de procesos tromboticos con su justificación de empleo en base a su teórica acción y en un soporte empírico. Las dosis que se pueden considerar en los distintos tipos de heparina son con la nadroparina cálcica dosis comprendidas entre 0.4 a 0.8 ml/cada 12 horas. La enoxaparina a dosis de 40-100 mg/12 horas. La dalteparina de 4000 a 10 000 unidades c/12 horas. Las dosis dependerán del peso y otras características del paciente y situación del mismo de acuerdo en parte con criterios de dosificación de heparina en la prevención y tratamiento de otros procesos (38, 39).

Los *antiagregantes plaquetarios* como la aspirina, los fármacos derivados de ellas y otros de reciente síntesis e irrupción dentro del arsenal terapéutico, actúan sobre la agregación plaquetaria su base de aplicación en los pacientes de patología renal se soporta sobre todo en los tratamientos estándar de los procesos concomitantes que en muchas ocasiones presentan estos pacientes y muy especialmente los de avanzada edad como la diabetes o aterosclerosis que pueden haber

desarrollado procesos vasculares oclusivos a nivel arterial (40).

La aspirina o ácido acetil salicílico es un excelente antiagregante plaquetario y su efecto antitrombótico se basa fundamentalmente en su capacidad de inhibir la síntesis de tromboxano A₂ plaquetario. El ácido acetil salicílico produce una inhibición irreversible del enzima ciclooxigenasa que es la responsable en convertir el ácido araquidónico en tromboxano. La función plaquetaria permanece deprimida por la incapacidad de estas de remplazar los enzimas inhibidos. A dosis altas el ácido acetil salicílico inhibe también la síntesis de la prostaciclina (41).

El dipiridamol incrementa el AMP cíclico plaquetario, aumentando su síntesis a través de la activación de la guanilato ciclasa a través de la PGI₂ actuando sobre la membrana plaquetaria, además interviene en una menor degradación de la inhibición de la fosfodiesterasa y aumentando la actividad de la adenilato ciclasa plaquetaria por una inhibición de la captación de adenosina por el endotelio vascular y los hematíes (30).

La ticlopidina, parece alterar la actividad de la membrana plaquetaria bloqueando la interacción entre fibrinógeno y receptores plaquetarios. También inhibe los efectos proagregantes del ADP y otros agonistas, prolongando el tiempo de hemorragia y normaliza la supervisión plaquetaria acortada (42,43).

La sulfipirazona, es un inhibidor competitivo de la ciclooxigenasa, inhibe la agregación plaquetaria. *Domoto*. Se ha mostrado eficaz para incrementar la permeabilidad de los accesos externos con la utilización de material de sylastic (44).

Los dextranos son polímeros de glucosa y actúan como expansores del plasma y disminuyen la agregación plaquetaria con disminución de la viscosidad (45).

El clopidogrel es un fármaco de reciente aparición en el mercado y de aceptadas cualidades como antiagregante plaquetario con una acción más potente que la aspirina, pero con mayor riesgo de desarrollar hemorrágicas. Ha sido utilizado en contadas ocasiones en la prevención de la trombosis de los accesos vasculares para hemodiálisis (46).

PREVENCIÓN ANTITROMBÓTICA

La prevención antitrombótica del acceso puede desarrollarse en distintos momentos y situaciones dentro de las circunstancias que se encuentra el mismo con respecto a su situación temporal con respecto a la vida funcionante del acceso. Diversas pautas pueden ponerse en marcha, siendo una la actuación local a nivel del acceso y otra actitud la prevención con una actuación a nivel sistémico (30). De una forma pedagógica podríamos esquematizar las actuaciones de la prevención antitrombótica en los diversos momentos de actuación a nivel del acceso.

PAUTAS DE PREVENCIÓN

Previa a la realización del acceso

No suele ser habitual la implantación de ninguna pauta de administración de ningún fármaco antitrombótico en relación con el evento operatorio (47).

Durante la intervención quirúrgica

En la realización los accesos vasculares de hemodiálisis ya sean con material autólogo o con la utilización de prótesis se limita a la perfusión local de soluciones heparinizadas para prevenir la coagulación del segmento vascular clampado en el momento de la intervención quirúrgica (5). Se recomienda irrigación del

segmento proximal de la vena cuando esta es utilizada con solución salina heparinizada con una concentración de 5 ml de 1000 unidades/ml de heparina en 500 ml de solución salina, utilizando una jeringuilla de 20 cc de capacidad y un angiocatéter de 18G. De la misma forma la arteria también es irrigada utilizando un angiocatéter de 18G con solución salina heparinizada en ambas direcciones por la arteriotomía practicada. Cuando se utiliza material sintético protésico, todo el trayecto del conducto de la misma manera es llenado con solución salina heparinizada aunque diluida su concentración cuatro o cinco veces más. La heparinización sistémica no suele recomendarse por el riesgo de producirse hematomas en la zona que pueden hacer fracasar el acceso. También se utiliza solución salina heparinizada cuando se presenta espasmo arterial inyectándola presión moderada. No suele revertirse la heparina salvo en situaciones excepcionales (48).

Postoperatorio inmediato

Las complicaciones de trombosis de los accesos se intentan dar solución detectando la causa que los provoca ya sean estenosis, hematomas, siendo excepcional por parte de los diferentes autores que practiquen prácticas anticoagulantes o terapia antiplaquetaria.

Durante la diálisis:

Durante la diálisis la prevención trombótica se realiza de forma muy variada y aunque teóricamente protocolizada por parte del nefrólogo, esta se hace de acuerdo a los perfiles de los pacientes de forma muy heterogénea utilizando momentos antes de la diálisis o heparina sódica de dosis de 50 mg/Kg de peso aproximadamente o utilizando heparinas fraccionadas o de bajo peso molecular a dosis de enoxiparina de 40 o de fraxiparina a dosis de 0,2, 0,3 o 0,4 dependiendo de referencias a veces no muy objetivas como es la situación de la sangre a nivel del filtro, presiones de cir-

culación por el sistema de hemodiálisis o sangrado a nivel de la punción en el acceso vascular, además de influir otros factores como la patología concomitante sistémica entre otros factores (49).

Periodos entre diálisis

Durante el periodo funcionante del acceso es decir entre periodos entre hemodiálisis, algunos sugieren (4) la anticoagulación moderada del paciente con dosis de 2500 a 5000 UI diariamente y que podrán ser menores en pacientes de bajo peso aunque esta protocolización no parece ser muy seguida.

TRATAMIENTO DE LAS COMPLICACIONES TROMBÓTICAS

El tratamiento de las complicaciones trombóticas de los accesos vasculares de hemodiálisis se basa fundamentalmente en maniobras mecánicas soportadas en técnicas quirúrgicas ya sean convencionales o endovasculares y en ocasiones más limitadas en procedimientos basados en la lisis del trombo generalmente con la utilización de fibrinolíticos. La solución de los problemas generalmente mecánicos causantes de la oclusión y en menor número de casos de problemas sistémicos de tipo hemodinámica o biológico, no suele complementarse con profilaxis de la retrombosis como prevención después de la trombectomía mediante la utilización o empleo de fármacos antitrombóticos (47).

PREVENCIÓN EN PACIENTES CON RIESGO TROMBOEMBÓLICO

En pacientes donde existe un riesgo trombótico por alteraciones sistémicas y donde situaciones de alteraciones del estado general o determinados aspectos concretos en

particular, se basa en corregir estas alteraciones mediante el procedimiento terapéutico adecuado y solo en limitados casos la implantación de una pauta de anticoagulación que generalmente se soporta en la utilización de heparina por su efectividad y más fácil control y reversión y sin una clara evidencia científica en el empleo de antiagregantes plaquetarios como la aspirina o clopidogrel, sin estar soportada esta actuación más que un teórico efecto beneficioso basadas en las cualidades terapéuticas o preventivas del fármaco (30). Existe una situación donde se administra heparina de forma profiláctica a un tratamiento terapéutico como es la lisis del trombo con fibrinolíticos aunque a primera vista se presenta como una pauta con cierto carácter paradójico. En el tratamiento por trombolisis de los accesos ocluidos por trombosis el mismo se basa en la liberación de una concentración alta de enzima trombolítico en toda la extensión donde el trombo debe de ser lisado. Para evitar una acción trombótica en cascada con el cierre del acceso de diálisis previamente bloqueado se previene la misma añadiendo heparina a la solución trombolítica mezclando 5000 unidades de heparina con las 250 000 unidades de uroquinasa (14).

DISCUSIÓN

La complicación que se presenta más frecuentemente en los accesos vasculares para hemodiálisis es la trombosis y suelen estar relacionados con problemas de flujo ya sea a nivel del segmento venoso o el circuito en general (50). Esta complicación ha constituido el mayor problema del tratamiento por hemodiálisis de los pacientes insuficientes renales en base a la frecuente oclusión de los accesos vasculares generalmente soportados en la trombosis de los mismos (51). Se han realizado serios esfuerzos encaminados a determinar y a identificar las causas que

producen la oclusión de los accesos detectándose que en la mayoría de los casos en los accesos que ya ha sido utilizado previamente en el tratamiento de hemodiálisis, el fracaso está vinculado a obstrucciones mecánicas con repercusiones hemodinámicas de bajo flujo generalmente por estenosis en la salida del acceso con trombosis secundarias del mismo (52). Estudios histológicos y morfológicos han demostrado que la estenosis y en especial a nivel del primer tramo del segmento venoso se debe a la hiperplasia intimal a nivel de la anastomosis, aunque también se han detectado zonas de hiperplasia intimal en las zonas donde se han realizado o se realiza las punciones (53). La hiperplasia de la íntima se compone de una matriz extracelular, células musculares lisas y capilares proliferativos (37). Se han sugerido dos mecanismos fundamentalmente uno en relación a alteraciones hemodinámicas asociadas con la disposición de la zona de la anastomosis donde existen fuerzas de rozamiento a nivel de la pared. Por otro lado, el flujo turbulento puede contribuir a crear daño a nivel intimal estimulando la proliferación. Sin embargo se admite la liberación de factores mitógenos que activan las plaquetas y la coagulación. La activación de los factores hemostáticos se puede deber a la respuesta hemostática originada a nivel de los lugares de punción a nivel del acceso o de la propia hemodiálisis. Con respecto a esta última situación, se debe a una activación muy significativa de la coagulación que puede ser una fuente de factores mitógenos. Se admite de forma generalizada que alteraciones en la hemostasia contribuye sensiblemente al desarrollo de trombosis de los accesos vasculares para hemodiálisis.

La hemostasia depende de un delicado balance entre las actividades de precoagulación consistente en el tapón y formación del coágulo de fibrina. La respuesta plaquetaria implica tres estadios como son adhesión, activación y agregación. La adhesión plaquetaria

esta mediatizada primariamente por la interacción de Von Willebrand con glicoproteínas sobre la superficie de la plaqueta. Además la interacción de otras proteínas con sus correspondientes receptores, parecen contribuir a la adhesión. La formación del coágulo de fibrina puede estabilizar el tapón plaquetario. En este momento se pone en marcha generalmente la cascada de los factores de la coagulación con la formación del trombo. La trombina generada por la cascada de la coagulación convierte el fibrinógeno en fibrina y en este proceso se desprenden fibrinopéptidos A y B de cadena corta (54).

Las alteraciones en la hemostasia pueden contribuir a la trombosis del acceso vascular a través de dos mecanismos que ya han sido comentados como son la hiperplasia intimal y las estenosis del acceso (21). Pero ambas situaciones pueden derivar en una trombosis prematura del acceso por la situación de un incremento de las situaciones de coagulación, descenso de los mecanismos reguladores o de ambas situaciones. La hemodiálisis está relacionada con una activación de la coagulación y activación plaquetaria. El grado de actividad en la coagulación depende de múltiples variables como el filtro de diálisis usado, el grado y tipo de anticoagulación y la situación previa hemostática del paciente (55, 56).

Teóricamente con una valoración en conjunto de la problemática de la coagulación durante la hemodiálisis, los esfuerzos para evitar la trombosis del acceso de hemodiálisis deberían de ir encaminadas y centrarse en el control de la activación de la hemostasia e inhibición de la hiperplasia intimal para evitar la subsiguiente formación del trombo (36). Los esfuerzos para el control de la hemostasia durante la hemodiálisis se han centrado en la prevención de la formación del trombo en el circuito de hemodiálisis. La heparina es un agente efectivo para la prevención de la formación del trombo de fibrina. Sin

embargo, la heparina puede que no sea el fármaco adecuado para la prevención de la activación plaquetaria durante la diálisis al no actuar a este nivel. La aspirina se ha utilizado para prevenir la trombosis del acceso con grados variables de éxito. Sin embargo este tipo de fármacos puede ocasionar complicaciones, en algunos casos graves de hemorragia gastrointestinal (30). Los antiagregantes plaquetarios utilizados con este fin a nivel de los accesos de hemodiálisis no se ha evidenciado con ellos una especial eficacia. Desde los utilizados desde hace décadas hasta los de más reciente aplicación no se han mostrado totalmente efectivos para evitar la trombosis y algunos autores señalan su ineficacia y en alguno de ellos su demostrado riesgo como es el caso de la ticlopidina a que el paciente sufra procesos hemorrágicos, eficacia de la que tampoco se tiene constancia científica en la prevención de una forma clara de la hiperplasia intimal. La heparina tiene un efecto demostrado sobre la inhibición de la hiperplasia intimal al inhibir la proliferación de las células musculares lisas y muy especialmente a nivel de los injertos vasculares protésicos utilizados en la realización de los accesos, por lo que parece mostrarse como un agente antiproliferativo. Sin embargo, la administración de heparina durante largos periodos de tiempo se asocia con desarrollo de osteoporosis (36).

Las potenciales ventajas de los efectos de la terapia antiplaquetaria en el momento actual no está demostrada en la prevención de la trombosis de los accesos de hemodiálisis y deberá ser investigada en futuras investigaciones (57), puede que tenga su aplicación en los pacientes que presentan cierres de los accesos por trombosis de forma repetitiva, pero su aplicación debe de ser prudente en enfermos con historia de desordenes hemorrágicos o con antecedentes de hemorragias tanto a nivel cerebral como digestivo (33).

Parece por otra parte generalmente admitido que el fracaso por trombosis de los

accesos de hemodiálisis se deben a factores como los ocasionados por el continuado traumatismo de la pared con lesión de la misma en la utilización del acceso para la hemodiálisis, a inadecuadas compresiones en las maniobras de hemostasia en los lugares de punción del acceso, a un bajo flujo debido a un acceso deficiente por escaso desarrollo del mismo al existir una arteria patológica o de escaso calibre o una vena también de escaso calibre o poco desarrollada o por causas sistémicas como son situaciones de hipotensión sistémica que ocasiona también descenso de la presión a nivel local en el acceso con bajo flujo donde los mecanismos de la trombosis pueden desarrollarse ocluyendo el mismo (58). Pero hay que considerar que quizá es el desarrollo de la hiperplasia intimal uno de los factores más reconocidos como fracaso de la fístula que cierra la zona de anastomosis o segmentos cercanos del acceso que también de una forma crónica va cerrando el acceso y su trombosis como situación final en el fracaso del acceso (59). Otro de los factores a determinar y donde la prevención antitrombótica parece no tener una gran participación la terapia antitrombótica en su prevención es la fibrosis consecutiva a la fibrosis esclerosis del primer segmento venoso en los accesos biológicos ocasionado por la devascularización del segmento venoso en su aislamiento y liberación para anastomosarlo a la vena en la fase de realización de la fístula (60).

Young y Leichman (61) señalan que diferentes pautas y aplicación de fármacos han sido aplicados en la prevención de la trombosis con referencia a la utilización de aspirina como fármaco útil en disminuir la trombosis en los shunts de Scribner, aunque hoy día su empleo está en desuso. El dipiridamol se consideró para mantener la permeabilidad a corto plazo pero no a largo plazo con la utilización de prótesis de material sintético en contraposición de la utilización de la aspirina

que a este nivel presentaba un impacto negativo. Experiencias limitadas se han tenido con la utilización de la sulfpirizona y la ticlopidina (42, 63). Pero se considera de una forma generalizada que para lograr una profilaxis antitrombótica efectiva, los esfuerzos deben dirigirse no solo a actuar a nivel de la anticoagulación si no más bien a evitar el desarrollo de la hiperplasia miointimal de la anastomosis venosa, aunque a este nivel no se ha demostrado ningún fármaco eficaz para evitar este fenómeno indudable implicación en el fracaso de los accesos de hemodiálisis (42, 43, 44).

De la utilización del clopidogrel no se tiene una gran evidencia en el papel de prevención trombótica a este nivel al no existir bibliografía que aporte información y mucho menos contundente a nivel de los accesos de hemodiálisis (46).

CONCLUSIONES

La complejidad de las situaciones y variabilidad del perfil del paciente insuficiente renal y que es portador de un acceso de hemodiálisis, le hace presentarse como un paciente heterogéneo de difícil aplicación de protocolos de actuación sobre todo por la patología concomitante de la que son portadores estos enfermos.

La información existente en la bibliografía sobre la utilización de fármacos antitrombóticos es muy escasa y cuando se aportan reseñas, estas son de un carácter genérico e impreciso que impiden arrojar información concluyente y evidente a nivel de este campo.

A tenor de la información obtenida y de la propia experiencia, no parece ser que la profilaxis antitrombótica, es un elemento muy importante en la prevención del fracaso

del acceso de hemodiálisis, existiendo otros más relevantes como la hiperplasia miointimal, los traumatismos iatrogénicos repetitivos de los accesos y situaciones derivadas de consideraciones del propio paciente como son la calidad del acceso en relación al tamaño y funcionamiento del mismo y la patología concomitante del paciente junto con las situaciones puntuales del estado general del enfermo como son estados de deshidratación, hipercoagulabilidad, hipotensión e incluso shock, que sí que son determinantes en provocar la oclusión del acceso.

Parece ser que son las heparinas sobre todo las de bajo peso molecular y fraccionadas las que aportan una mejor profilaxis en la prevención de la trombosis del acceso vascular, sobre todo en situaciones de riesgo, que además por las características del fármaco es fácilmente manejable y sus efectos neutralizables o reversibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Calder FR, Chemla ES, Anderson L, Chang RW. The axillary artery-popliteal vein extended polytetrafluoroethylene graft: a new technique for the complicated dialysis access patient. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:998-1000.
- Dammers R, Haan MW, Planken NR, Van der Sande FM, Tordoir JHM. Central vein obstruction in haemodialysis patients: results of radiological and surgical intervention. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003;26:317-21.
- Duncan NDC, Singh S, Cairns TDH, Clark M, El-Tayar A, Griffith M, Hakin N, Hamady M, McLean AG, Pappalouis V, Palmer A, Taube D. Tesio-Caths provide effective and safe long-term vascular access. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19:2816-22.
- Fisher CM, Neale ML. Outcome of surgery for vascular access in patients commencing haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003;25:342-9.
- Flora HS, Chaloner EJ, Day C, Barker SGE. The ankle arterio-venous fistula: an approach to gaining vascular access for renal haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001;22:376-8.
- Gibson SP, Mosquera D. Five years experience with the Quinton Permcath for vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 1991;6:269-74.
- Hayakawa K, Aoyagi T, Miyaji K, Hata M, Tanaka S, Tanaka A. Arteriovenous graft featuring end-to-end anastomosis to a deep vein for haemodialysis. *J Vasc Surg* 2002;36:946-7.
- Mickley V. Surgical alternatives to central venous catheters in chronic renal replacement therapy. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:1045-51.
- Papasavas PK, Reifsnnyder TH, Birdas ThJ, Caushaj PhF, Leers S. Prediction of arteriovenous access steal syndrome utilizing digital pressure measurements. *J Vasc Endovasc Surg* 2003;37:179-84.
- Ross JR. Creation of native arteriovenous fistulas with interrupted anastomoses using a self-closing clip device one clinic's experience. *J Vasc Access*. 2002;3:140-6.
- Lok CE, Bhola C, Croxford R, Richardson RMA. Reducing vascular access morbidity: a comparative trial of two vascular access monitoring strategies. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:1174-80.
- Dunea G. Vasculorama :highlights from the vascular access literature. *The Journal of Vascular Access* 2000;1:41-2.
- Beathard GA. Mechanical versus pharmacomechanical thrombolysis for the treatment of thromboses dialysis access grafts. *Kid Inter* 1994;45:1401-6.
- Curl GR, Jakubowski JA, Deykin D, Bush HL. Beneficial effect of aspirin in maintaining the patency of small-caliber prosthetic grafts after thrombolysis with urokinase or tissue-type plasminogen activator. *Circulation* 1986;74 (Suppl 1):57-9.
- Kenagy RD, Nikkari ST, Welgus HG, Clowes AW. Heparin inhibits the induction of three matrix metalloproteinases (Stromelysin, 92-kD gelatinase, and collagenase) in primate arterial smooth muscle cells. *J Clin Invest* 1994;93:1987-93.
- Wing AJ, Curtis JR, De Wardener HE. Reduction of clotting in Scribner shunts by long-term anticoagulation. *Br Med J*. 1967;3:143-5.
- Robinson PJ, Glanville JN, Smith PH, Rosen SM. Management of clotting in arteriovenous cannulae in patients on regular dialysis therapy. *Brit J Urol*. 1970;42:590-7.
- Curtis JR, Eastwood JB, Smith EK, Storey JM, Verroust PJ, De Wardener HE, Wing AJ, Wolfson EM. Maintenance haemodialysis. *Qu J Med*. 1970;38:49-53.
- Aviram A, Keynan A, Czackes JW. Reduction of shunt clotting by low molecular weight dextran. *Proc Europ Dial Trans Assoc* 1968;5:46-51.
- Guerra A, Raynaud A, Beyssen B, Pagny JY, Sapoval M, Angel C. Arterial percutaneous an angioplasty in upper limbs with vascular access devices for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:843-51.
- LeSar CJ, Merrick HW, Smith MR. Thrombotic complications resulting from hypercoagulable states in chronic haemodialysis vascular access. *J Am Coll Surg* 1999;189:73-9.
- Turmel-Rodrigues L. Stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulae and grafts: the radiologist's point of view. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19:306-8.

23. Taghizadeh A, Dasgupta P, Khan MS, Taylor J, Koffman G. Long-term outcomes of braquiobasilic transposition fistula for haemodialysis. *Eur J Vasc endovasc Surg* 2003;26:670-2.
24. Sulkowski U, Schulte H. Arguments in favour of a homologous concept for hemodialysis access procedures. Feasibility and results. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003;26:96-99.
25. Mickley V. Stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulae and grafts: the surgeon's point of view. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19:309-11.
26. Bour ES, Weaver AS, Yang HC, Gifford RRM. Experience with the double lumen silastic[®] catheter for hemoaccess. *Surgery Gynaecology Obstetrics*. 1990;171:33-9.
27. Dupont D, Morinière, Pourchez Th, El Esper N, Fournier A. Etude du devenir à long terme du cathéter Permacath[®] Quinton utilisé comme voie d'abord vasculaire en épuration extra-rénale. *Néphrologie* 1994;15:105-10.
28. Shusterman NH, Kloss K, Mullen JL. Successful use of double-lumen, silicone rubber catheters for permanent haemodialysis access. *Kidney International* 1989;35:887-90.
29. Cannaud B, Leray-Moragues H, Kerkeni N, Bosc JY, Martin K. Effective flow performances and dialysis doses delivered with permanent catheters: a 24-month comparative study of permanent catheters versus arterio-venous vascular accesses. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:1286-92.
30. Diskin CJ, Stokes TJ, Pennell AT. Pharmacologic intervention to prevent haemodialysis vascular access thrombosis. *Nephron* 1993;64:1-26.
31. Obialo CL, Conner AC, Lebon LF. Maintaining patency of tunneled haemodialysis catheters- efficacy of aspirin compared to warfarin. *Scand J Urol Nephrol*. 2003;37:172-6.
32. Mokrzycki MH, Jea-Jerome K, Rush H, Zdunek MP, Rosenberg SO. A randomized trial of minidose warfarin for the prevention of late malfunction in tunneled, cuffed haemodialysis catheters. *Kidney Int*. 2000;59:1935-42.
33. Sánchez MC, Vázquez E, García MJ, Borrego FJ, Borrego J, Pérez P, Liébana A, Gil JM, Viedma G, Pérez V. Antiagregación plaquetaria y riesgo hemorrágico en hemodiálisis. *Nefrología*. 2002;22:456-62.
34. Crowther MA, Clase AJ, Margets PJ, Julian J, Lambert K, Sneath D, Nagal R, Wilson S, Ingram AJ. Low intensity warfarin is ineffective for the prevention of PTFE graft failure on haemodialysis: A randomised controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 2002;13:2331-7.
35. Wing AJ, Curtis JR, De Wardener HE. Reduction of clotting in Scribner shunts by long term anticoagulation. *Brit Med j*. 1967;3:143-6.
36. Wilson NV, Salisbury JR, Kakkar VV. Effect of low molecular weight heparin on intimal hyperplasia. *Br J Surg*. 1990;11:753-9.
37. Clowes AV, Clowes MM. Kinetics of cellular proliferation after arterial injury. II. Inhibition of smooth muscle growth by heparin. *Lab Invest* 1985;52:611-6.
38. González-Fajardo JA, Arreba E, Castrodeza J, Perez JL, Fernández L, Agúndez I, Mateo AM, Marino P, Carpintero LA, Carrera S, Gutiérrez V, Vaquero C. Venographic comparison of subcutaneous low-molecular-weight heparin with oral anticoagulant therapy in the long-term treatment of deep venous thrombosis. *J Vasc Surg* 1999;30:283-92.
39. De Marino P, Diez F, Carpintero LA, Mateo AM, Carrera S, Del Río L, Vaquero C. Heparinas de bajo peso molecular en el tratamiento de la trombosis venosa profunda. *Angiología*. 1999;3:125-36.
40. Sreedhara R, Himmelfarb J, Lazarus JM, Hakim RM. Anti-platelet therapy in graft thrombosis: Results of a prospective, randomized, double-blind study. *Kidney Int* 1994;45:1477-83.
41. Kooistra MP, Van Es A, Marx JJM, Hertsing MLA, Struyvenberg A. Low-dose aspirin does not prevent thrombovascular accidents in low-risk haemodialysis patients during treatment with recombinant erythropoietin. *Nephrol Dial Transplant* 1994;9:1115-20.
42. Grekas D, Syrganis C, Romtsou S, Makris P, Tsakiris DA, Toukantonis A. Effect of ticlopidine on coagulation and platelet functions during haemodialysis with cuprophane membranes. *Life Support Syst* 1985;(suppl 1):409-13.
43. Grontoft KC, Mulec H, Gutiérrez A, Olander R. Thromboprophylactic effect of ticlopidine in arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Scand J Urol Nephrol* 1985;19:55-7.
44. Domoto DT, Bauman JE, Joist JH. Combined aspirin and sulfinpyrazone in the prevention of recurrent haemodialysis vascular access thrombosis. *Thromb Res* 1991;62:737-43.
45. Windus DW, Santoro S, Royal HD. The effects of haemodialysis on platelet deposition in prosthetic graft fistulas. *Am J Kidney Dis*. 1995;26:614-21.
46. Kaufman JS, O'Connor TZ, Zang JH, Cronin RE. Randomized controlled trial of clopidogrel plus aspirin to prevent haemodialysis access graft thrombosis. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:2313-21.
47. Guías de Acceso Vascular en Hemodialisis. Sociedad Española de Nefrología. Noviembre 2004. <http://www.senefro.org>
48. Twardowski ZJ. Vascular access for haemodialysis: an historical perspective of intravenous catheters. *The Journal of Vascular Access*. 2000;1:42-5.
49. London GM, Druke TB. Atherosclerosis and arteriosclerosis in chronic renal failure. *Kidney Int*. 1997;51:1678-95.
50. Turmel-Rodrigues LAE, Bourquelot P. Prospective evaluation of failure modes in autogenous radiocephalic access for haemodialysis: good diagnosis tools are necessary for effective multimodal treatments and autogenous elbow fistulas must not be ignored. *Nephrol Dial Transplant* 2003;19:2681.
51. Saran R, Dykstra DM, Pisoni RL, Akizawa T, Canaud B, Chen K, Pira L, Saito A, Young EW. Timing of first cannulation and vascular access failure in haemodialysis: an analysis of practice patterns at dialysis facilities in the DOPPS. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:2334-40.

52. Schild AF, Simon S, Prieto J, Raines J. Single-Center review of infections associated with 1,574 consecutive vascular access procedures. *Vasc Endovasc Surg*. 2003;37:27-31.
53. Mall JW, Philip AW, Rademacher A, Paulitschke M, Büttemeyer R. Re-endothelialization of punctured ePTFE graft: an in vitro study under pulsed perfusion conditions. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:61-7.
54. Tessitore N, Lipari G, Poli A, Bedogna V, Baggio E, Loschiavo C, Mansueto G, Lupo A. Can blood flow surveillance and pre-emptive repair of subclinical stenosis prolong the useful life of arteriovenous fistulae? A randomized controlled study. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:2325-33.
55. Vanel T, Charra B, Chazot Ch, Jean G, Laurent G. Comparaison de la survie fonctionnelle chez l'insuffisant rénal chronique des cathéters jugulaires Perm Cath[®] selon leur mode de pose. *Néphrologie* 1994 ;15 :69-72.
56. Wolowczyk L, Williams AJ, Donovan KL, Gibbons CP. The Snuffbox arteriovenous fistula for vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2000;19:70-6.
57. Chuang YC, Chen JB, Yang LC, Kuo CY. Significance of platelet activation in vascular access survival of haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:947-54.
58. Lazarides MK, Georgiadis GS, Tziladis VD. Diabetes should not preclude efforts for creation of a primary radiocephalic fistula. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:1852-3.
59. Lazarides MK, Stamos DN, Kopadis G, Maltezos C, Tziladis VD, Georgiadis GS. Onset of arterial steal following proximal angioaccess: immediate and delayed types. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:2387-90.
60. Konner K. The anastomosis of the arteriovenous fistula-common errors and their avoidance. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:376-9.
61. Young EW, Leichtman. Vascular access considerations for the nephrology's in Davinson I. On call in. *Vascular Access. Surgical and radiologic procedures*. Landes Bioscience Company Georgetown. Texas pag 137-47.
62. Kaegi A, Pineo GF, Shimizu A, Trivedi H, Hirsh J, Gent M. Arteriovenous-shunt thrombosis . Prevention by sulfapyrazone. *N Engl J Med* 1974; 290:304-6.

Accesos vasculares para hemodiálisis de recurso, excepcionales, heroicos y exóticos

RAFAEL FERNÁNDEZ-SAMOS, JOSÉ MANUEL ORTEGA, NURIA SANZ PASTOR Y ANDRÉS ZORITA
Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Hospital Universitario de León. León. España

INTRODUCCIÓN

El acceso vascular (AV) en la enfermedad renal crónica terminal (ERCT) es imprescindible para seguir viviendo. Cuanto más permanece un paciente en hemodiálisis (HD) más importante es mantener un AV funcional, cuya posibilidad de realización ya sea en localización o en número no son ilimitados. Actualmente, la proporción de pacientes que precisan HD crece incesantemente y la necesidad de construir AVs cada vez más complejos supone un reto para el cirujano vascular.

El número de pacientes que acuden a las unidades de diálisis con alguna discapacidad, secundaria a su patología de base, es cada vez mayor. Es un reflejo exacto de lo que ocurre en la población general, con una supervivencia y expectativas de vida impensables hace unas décadas. Gracias a los avances científicos y médicos, hoy se sobrevive a enfermedades graves y a problemas que antes eran mortales; por contra, esta supervivencia se asocia a diferentes grados de incapacidad en muchos casos. Aparece entonces la dependencia en sus diferentes formas y la necesidad de una mayor atención por parte de los profesionales de salud y de la sociedad en general. Este hecho se reproduce fácilmente en las unidades de HD donde la población atendida es cada vez más anciana.

Este aumento de la expectativa de vida provoca que haya pacientes cada vez más

añosos que entran en diálisis, habitualmente con malas venas y arterias y diversas disfunciones cardiovasculares y otras patologías en los que es difícil conseguir un buen AV para HD; otros llevan en diálisis mucho tiempo y han agotado todas las posibilidades de fístula autóloga (FAVI) o prótesis, por lo que el número de pacientes portadores de catéteres (CVC) ha aumentado de forma considerable.

La mejoría de las técnicas de HD junto a la disminución de la mortalidad prolonga el tiempo de permanencia del paciente en diálisis, pero esto a su vez conlleva posibilidad de fallos, complicaciones y agotamientos de los sucesivos AVs realizados (1-2).

El abordaje actual del problema de los AVs se afecta en gran medida por el perfil actual de los pacientes en HD. El paciente puede ser el mejor indicador en un mal funcionamiento del AV. Y un cirujano vascular proactivo debe observar al paciente cuando está teniendo problemas para así poder mantener criterios de buenos resultados (*ratio* fístula/prótesis, supervivencia de AV, infecciones, etc.).

TIPOS DE ACCESOS VASCULARES

Los AV para HD se pueden dividir en: fístulas arteriovenosas nativas (FAVN), injertos protésicos arteriovenosos (PAV) y catéteres venosos centrales (CVC).

El AV ideal debería reunir varios requisitos: permitir el acceso seguro y repetido al

sistema vascular del paciente, capacidad de ser puncionado de forma segura y reiterada, proporcionar flujo suficiente para administrar la dosis de HD indicada y carecer de complicaciones o presentar una baja incidencia de ellas. Además, debe ser aceptable para el paciente desde el punto de vista estético y funcional, fácil de monitorizar, y con la mayor permeabilidad a largo plazo posible (3).

Como criterio general, el AV debe ser lo más distal posible, para permitir futuros accesos más proximales, empleo preferente de la extremidad no dominante, preferencia por la

creación de un AV autólogo antes que el protésico: «**primero fístula**».

Los catéteres permanentes deben utilizarse únicamente como última opción, una vez agotadas las anteriores y se debe evitar la utilización de la extremidad inferior.

Estas guías generales pueden modificarse en relación con las características específicas de cada paciente. Siguiendo estas reglas, el escalonamiento en la realización de los diferentes tipos de AV podría corresponderse con el propuesto por Davison y Munschauer, que podemos observar en la tabla I (4).

Tabla I PROPUESTA DE AVs POR ORDEN DE REALIZACIÓN TRAS SUCESIVOS FRACASOS
1. Fístula radiocefálica en brazo no dominante.
2. Fístula radiocefálica en brazo dominante.
3. Fístula humerocefálica en pliegue antecubital en brazo no dominante.
4. Fístula humerocefálica en pliegue antecubital en brazo dominante.
5. Fístula con PTFE en antebrazo no dominante.
6. Fístula con PTFE en antebrazo dominante.
7. Fístula con PTFE en brazo no dominante.
8. Fístula con PTFE en brazo dominante.
9. Transposición de vena basilíca con anastomosis a arteria braquial en cualquier brazo.
10. Fístula con PTFE entre arteria femoral y vena safena.
11. Catéter de doble luz tunelizado.

Pero una vez realizados y agotados aquellos AV que podemos denominar «convencionales» el cirujano vascular debe acudir a otros que se han denominado en la literatura como «no convencionales», terciarios, de recurso, de localización excepcional, heroicos y exóticos (5).

Se trata de pacientes a los que ya se han practicado fístulas arteriovenosas directas en muñeca o codo en repetidas ocasiones y en todos los lugares posibles en extremidades superiores e inferiores, que han fracasado por uso continuado.

En la mayoría de estos casos concurre también:

- la oclusión o repermeabilización postoclusión de venas yugulares, subclavias, troncos innominados y ejes venosos femoroilíacos, que ocasionan hipertensión venosa por dificultad de drenaje –y que dan lugar a fracaso de los AV convencionales– producida por la implantación de catéteres temporales para HD
- perfusiones terapéuticas necesarias en momentos de agravamiento de la enfermedad

para su supervivencia a lo largo de su evolución

- que no son susceptibles de diálisis peritoneal ni candidatos a trasplante.

Ante este estado del sistema vascular y con una situación general deteriorada, surge la realización *in extremis* de la última oportunidad técnica para prolongar la supervivencia de estos pacientes (6-7).

No existen series largas o estudios prospectivos de estos tipos de AV, por lo que son publicados únicamente de forma anecdótica o como casos únicos. Estas situaciones extremas deben analizarse de forma individualizada, para valorar las posibles técnicas alternativas y contraponer el riesgo quirúrgico, la calidad de vida y la duración de los AV, ya que no hay protocolo que cubra todas las alternativas posibles. Pero eso no obsta para que el cirujano vascular deba conocerlos y poderlos realizar si el paciente lo precisa (8-9).

Desde el punto de vista expositivo o didáctico, proponemos una división entre los diferentes tipos de AV.

1. Arteriovenosos en miembro superior.
2. Arteriovenosos en miembro inferior.
3. Arteriovenosos en pared anterior del tórax.
4. Arterio-Arteriales.
5. Arteriovenosos de configuración excepcional, heroicos y exóticos.
6. Catéteres venosos centrales.

ACCESOS VASCULARES ARTERIOVENOSOS EN MIEMBRO SUPERIOR

La opción que está descrita con más frecuencia es la trasposición de la vena femoral superficial al brazo, para construir una fístula entre la arteria humeral y la vena axilar o sub-

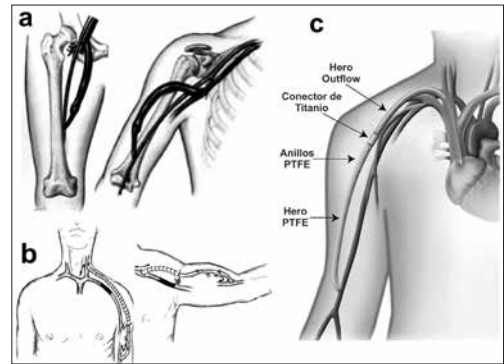


Fig. 1. Accesos arteriovenosos en miembro superior.

clavia (10-11). Figura 1-a. También está citada la posibilidad de utilizar vena safena en esa posición, o si la longitud o calibre es insuficiente, aprovechar tramos de vena safena y vena femoral superficial (12).

También está descrita la interposición de injertos de PTFE o Dacron para rescatar AV en miembro superior para derivar a vena axilar o subclavia proximal, e incluso a vena yugular interna cuando no existe otra posibilidad, ya sea aprovechando AV previamente creados y disfuncionantes o traslocando venas de calibre o longitud insuficientes para poder superficializar (13-14). Figura 1-b.

Por último, está descrito un dispositivo mixto formado por injerto de PTFE y catéter endovenoso (Hero). El PTFE se anastomosa a nivel humeral, el dispositivo de tuneliza superficialmente en el brazo y finaliza con un catéter central que se introduce por vena yugular interna (15). Figura 1-c.

ACCESOS VASCULARES ARTERIOVENOSOS EN MIEMBRO INFERIOR

El miembro inferior no debería ser el lugar habitual de creación de AVs, ya que es más incómodo para los pacientes a la hora de deambular o sentarse, es más complicado

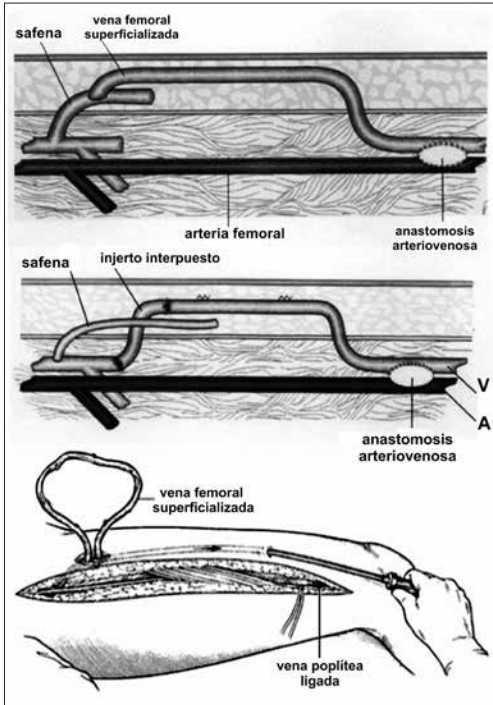


Fig. 2. Accesos arteriovenosos en miembro inferior.

para punción durante la HD y puede empeorar situaciones de isquemia arterial latentes.

Los AV descritos a este nivel utilizan tanto la vena femoral superficial como la vena safena, o ambas a la vez para completar calibre y longitudes de AV suficientes. Las venas se liberan, ligando todos los afluentes y se superficializan, manteniendo su desembocadura natural proximal a nivel de la ingle. La anastomosis distal se realiza habitualmente en la arteria femoral superficial distal. Los trayectos del AV trascurren en cara anterior o lateral del muslo (16-20). Figura 2.

Cuando las venas no tienen longitud suficiente, se puede interponer un injerto de PTFE como cabo arterial anastomosado proximalmente a la arteria femoral para conseguir un lazo subcutáneo de buena longitud (21). Figura 3 a-b.

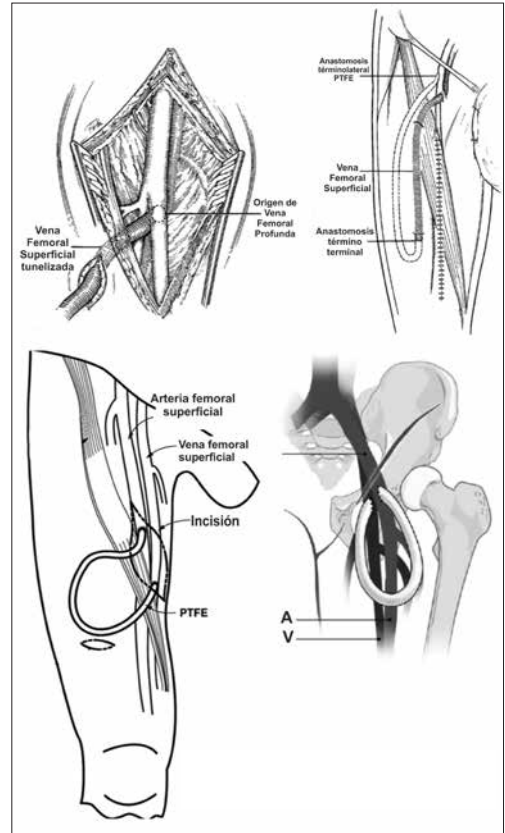


Fig. 3. Accesos arteriovenosos en miembro inferior.

El otro acceso descrito es el que se realiza distalmente a nivel del tobillo, anastomosando la vena safena a la arteria tibial posterior. Se consigue un AV de gran longitud y bastante superficial (22).

También está descrita la formación de aneurismas arteriovenosos en la anastomosis a nivel maleolar (23).

Por fin, cuando no existe la posibilidad de conseguir venas a nivel de muslo o pierna, se utiliza el injerto de PTFE interpuesto entre arteria femoral (común, superficial o profunda) y las venas femoral superficial o safena interna. El trayecto del AV discurre superficialmente por el muslo y ambas anastomosis se realizan a nivel proximal en la ingle (24-26). Figura 3 c-d.

También está descrito el injerto arteriovenoso cruzado femorofemoral entre ambas ingles.

ACCESOS VASCULARES ARTERIOVENOSOS EN PARED ANTERIOR DEL TÓRAX

La pared anterior y superior del tórax es un sitio excelente para la creación de un AV. Los diámetros de arterias y venas axilares y subclavas son grandes, y cuentan con alto flujo arterial y de drenaje por la proximidad del corazón.

Para la construcción del AV se usa habitualmente como material protésico el PTFE interpuesto entre arteria y vena por debajo de la clavícula que se tuneliza superficialmente en forma de lazo unilateralmente (27-28). Figura 4-a.

También se puede construir el AV entra arteria y vena axilar contralateral, con un trayecto largo y superficial en forma de collar (Necklace) (29-32). Figura 4-b.

A este nivel, las configuraciones del AV, una vez conseguida la anastomosis en la arteria axilar e incluso humeral, pueden llevar el cabo venoso del PTFE a vena axilar, subclavia, humeral y yugular, tanto ipsilateral como contralateral (33).

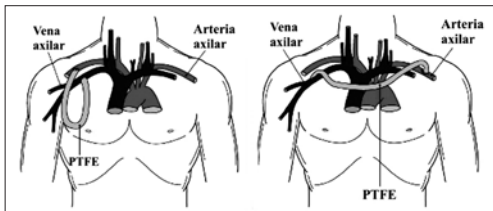


Fig. 4. Accesos arteriovenosos en pared superior de tórax.

ACCESOS VASCULARES ARTERIO-ARTERIALES

Cuando es imposible la creación de un acceso arteriovenoso, están descritos los AV para HD arterioarteriales (34).

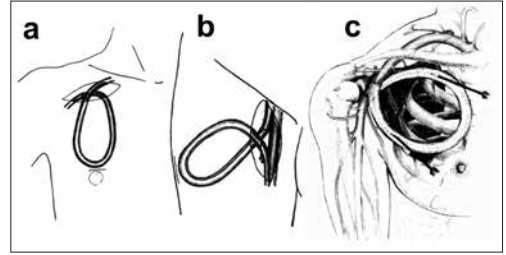


Fig. 5. Accesos arterioarteriales axilares y femorales.

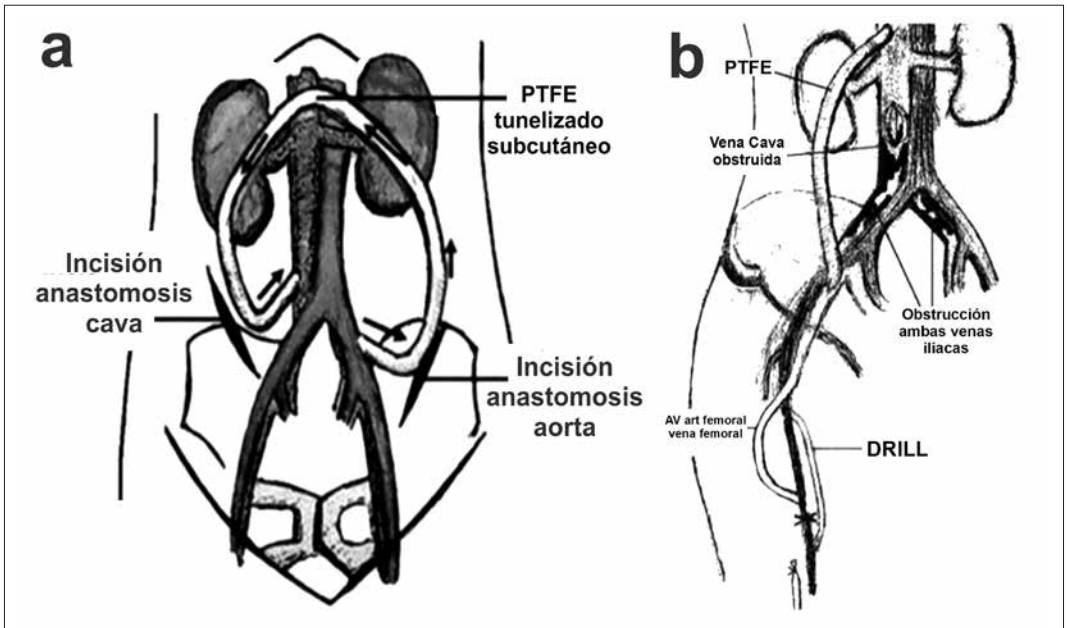
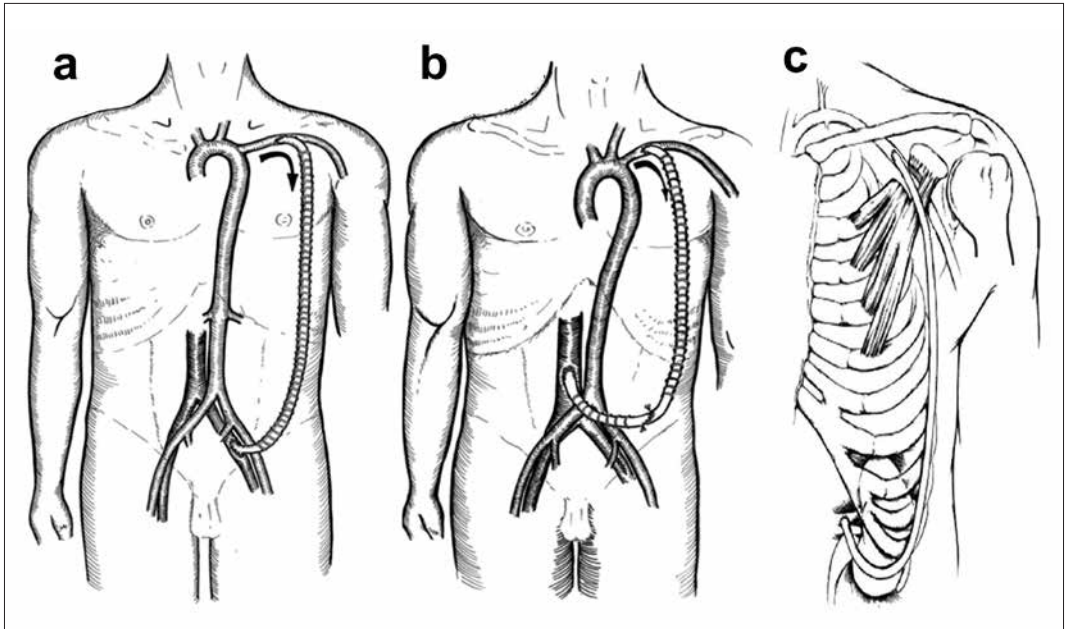
Esto supone la interposición de un injerto protésico entre dos cabos arteriales proximal y distal para construir un lazo que discurre superficialmente en el subcutáneo de pared anterior de tórax o muslo, fácilmente puncionables para establecer el circuito de HD y que a la vez mantenga la perfusión del miembro a través de la arteria en cuestión. Los lugares de realización son axilo-axilar y fémoro-femoral (35). Figura 5 a-b.

Este tipo de accesos, en caso de infección o trombosis, pondrían suponer dejar en riesgo la extremidad a la que prefunden, ya sea por isquemia o sepsis, y su retirada podría ocasionar serio riesgo de pérdida de extremidad.

ACCESOS VASCULARES ARTERIOVENOSOS DE CONFIGURACIÓN EXCEPCIONAL, HEROICOS Y EXÓTICOS

Aunque están descritos en la literatura, por la escasa experiencia, el riesgo de complicaciones y su evolución desconocida, se deberían utilizar solo en casos desesperados y en pacientes muy seleccionados, siempre tras agotar las posibilidades de AV convencional:

- AV con injerto protésico, entre arteria axilar y vena iliaca externa o vena cava inferior. La prótesis discurre superficialmente a lo largo de la pared anterior de tórax y abdomen, hasta introducirse en el retroperitoneo para anastomosarse a venas femorales, ilíacas o cava inferior (36-37). Figura 6 a-b.



- También está descrito este tipo de AV con anastomosis a vena renal (38) e incluso a vena poplítea en cara interna de muslo (39-40). Figura 6-c.
- En ocasiones el injerto protésico aprovecha un AV funcional en el miembro superior pero con drenaje defectuoso, que se deriva en esta ocasión a vena iliaca o femoral. Es decir, se interpondría un injerto veno-venoso (41).
- Acceso Vascular arteriovenoso AORTOCAVA. Mediante acceso oblicuo retroperitoneal bilateral, se interpone un injerto protésico entra la aorta infrarrenal y la vena cava inferior; con trayecto subcutáneo por pared anterior de abdomen (42). Figura 7-a.
- Como alternativa, para mantener un AV construido entre arteria y vena femoral superficial esta descrita la trasposición de injerto protésico de que deriva a vena cava suprarrenal o a vena renal. O para construir un AV fémoro cavo suprarrenal (43-45). Figura 7-b.
- AV arteriovenosos con drenaje directo en aurícula derecha o atriales. Se realizan

habitualmente con PTFE. El cabo arterial se anastomosa en arteria femoral derecha, discurrendo el trayecto del AV superficialmente por pared lateral de abdomen y tórax para introducirse intercostalmente hasta su anastomosis proximal en orejuela o aurícula derecha (46).

El cabo arterial también puede anastomosarse en arteria axilar o subclavia para formar un lazo superficial en el brazo y pared anterior de tórax antes de introducirse intercostalmente hasta su anastomosis en aurícula derecha (47). Figura 8-a.

- Cuando se trata de preservar un acceso vascular funcional en el miembro superior, pero con problemas de drenaje venoso por trombosis o deterioro, puede establecerse un bypass entre el AV funcional directamente a aurícula derecha (48-49). Figura 8-b.

ACCESOS VASCULARES EXCEPCIONALES O HEROICOS MEDIANTE CATÉTER

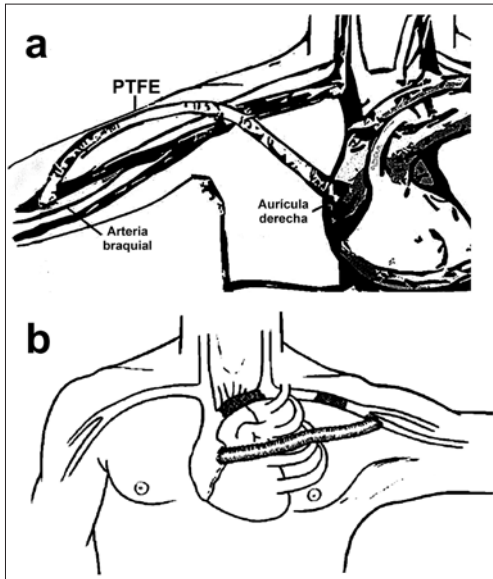


Fig. 8. Derivaciones directas a aurícula derecha.

- Más allá de la cateterización habitual de venas axilares, subclavas, yugulares o femorales, a veces es necesario emplazar el catéter para HD en localizaciones excepcionales.
- Ya se ha referido más arriba (12) el dispositivo mixto arteriovenoso formado por injerto de PTFE y catéter endovenoso (Hero). El PTFE se anastomosa a nivel humeral, el dispositivo de tuneliza superficialmente en el brazo y finaliza con un catéter central que se introduce por vena yugular interna (50). Figura 1-c.
- Otra forma de construir un AV es usando «ports» o reservorios similares a los usados para quimioterapia, dobles, uno de los cuales se usa como puerto arterial y el otro como puerto de retorno venoso (51). Figura 9-a.

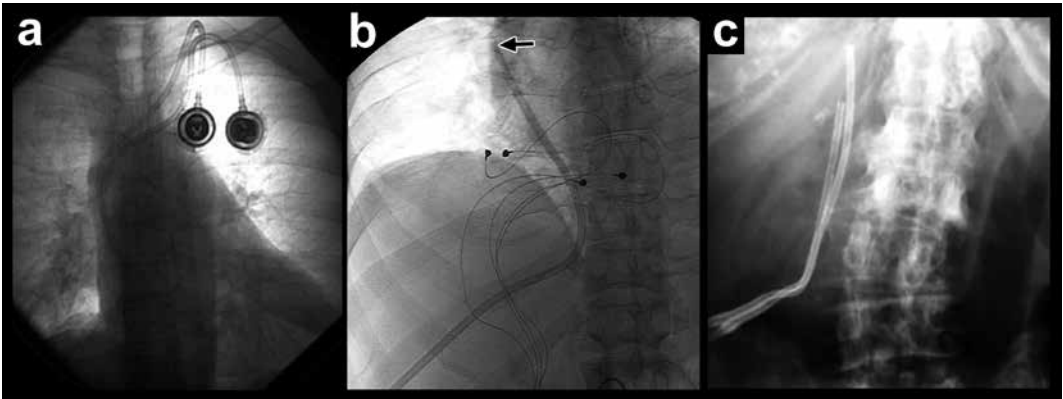


Fig. 9. Accesos excepcionales mediante catéter.

- El AV puede obtenerse a través de punción hepática, transhepático, para ganar a través de las venas suprahepáticas el acceso a auricular derecha. (52-53). Figura 9-b.
- El acceso a vena cava inferior para AV también puede conseguirse mediante cateterización directa de la misma por punción traslumbar (54-57). Figura 9-c.
- El acceso a vena cava superior, con ejes venosos axilsubclavios o yugulares obstruidos puede conseguirse mediante cateterizaciones complejas de circulación venosa colateral a través del circuitos de venas ácigos (58). Figura 10-a.
- En situaciones desesperadas, con nulas posibilidades de construir un AV puede ganarse el AV introduciendo el catéter de hemodiálisis a través de una toracotomía directamente en aurícula derecha (59-64). Figura 10-b.
- Cuando el AV habitual mediante cateterización venosa ya no es posible, puede incluso utilizarse la cateterización intracardiaca por catéter intraarterial o intraaórtico (65).

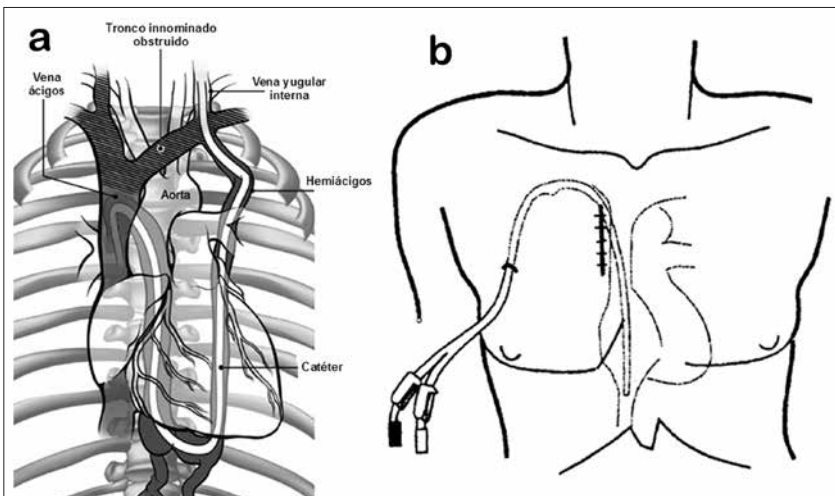


Fig. 10. Caterización directa o heroica a aurícula derecha.

CONCLUSIONES

Según el último informe de la Sociedad Española de Nefrología la prevalencia de pacientes que precisan tratamiento renal sustitutivo ha alcanzado 1.000 pacientes por millón de habitantes y de éstos casi la mitad están en programas de hemodiálisis. El grupo de edad que ha registrado un mayor incremento porcentual es el de pacientes mayores de 75 años (de un 8,5 % de pacientes prevalentes en 1992 a un 40 % en la actualidad).

En este grupo, la mayoría de los pacientes se trata mediante HD y pocos cambian de técnica a lo largo de su vida. Estos pacientes precisan de un AV adecuado para realizar la técnica.

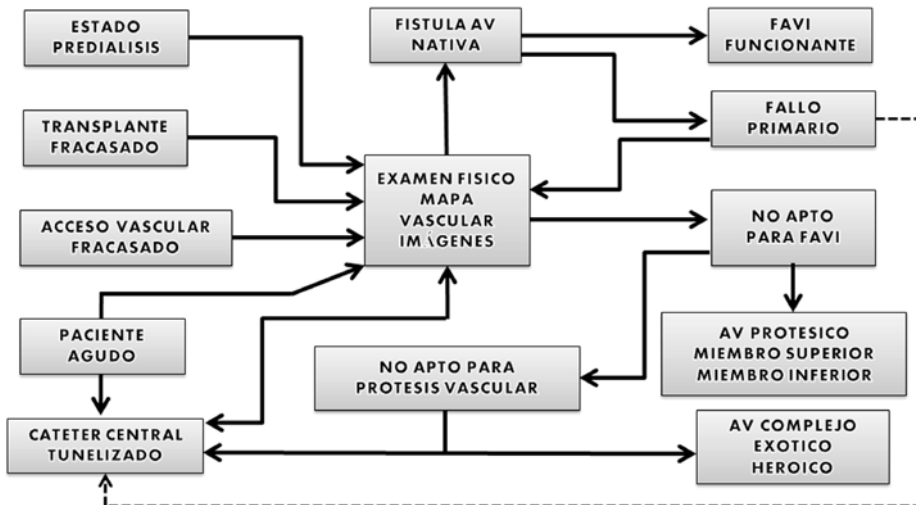
Por otra parte, la disfunción y/o trombosis del AV ocasionan el mayor consumo de recursos en la población con ECRT y representan una de las principales causas de morbilidad, hospitalización y coste en los enfermos tratados con HD, existiendo una relación clara con el tipo de AV (66).

Un cirujano dedicado a este tipo de pacientes y técnicas, comprometido con el AV

para HD, familiarizado con los principios básicos de la HD y los problemas de los pacientes en programa de HD, con interés, experiencia y habilidades técnicas en realizar *todos* los procedimientos quirúrgicos requeridos, es el determinante mayor para que un AV funcione y tenga la duración deseada (67-71).

La calidad de vida de estos pacientes depende primordialmente de la calidad de la HD y en evitar las complicaciones derivadas de los AV. Conociendo todos estos aspectos, el cirujano vascular participaría más en el tratamiento global de la ECRT, adquiriendo un papel de primera línea, y no secundario, como puede parecer en la actualidad (72).

La figura del cirujano vascular es clave para cambiar la dinámica existente de exceso de catéteres (73). Es muy importante que el cirujano vascular esté integrado en un equipo multidisciplinario. Su actividad es fundamental para la obtención de un AV permanente funcionando y tiene que estar implicado tanto en la intervención electiva sobre la estenosis significativa del AV como en el rescate urgente del AV posterior a la trombosis.



Para planificar AVs complejos es fundamental disponer de un «mapa vascular», tanto arterial como venoso, de todos los pacientes afectados de ERC. Además de la exploración física y otras pruebas «no invasivas», se requieren con frecuencia angiografías y flebografías seriadas complejas (74-75).

Para finalizar, tengamos en cuenta el algoritmo propuesto por Akoh (76) para el abordaje de los pacientes que precisan la creación de AVs complejos.

BIBLIOGRAFÍA

- Hakim RM, Breyer J, Ismail N, Schulman G. Effects of dose of dialysis on morbidity and mortality. *Am J Kidney Dis*, 1994; 23(5): 661-9.
- Hakim R, Himmelfarb J. Hemodialysis access failure: a call to action. *Kidney Int*, 1998; 54(4): 1 029-40.
- Rodríguez JA, González E, Gutiérrez JM, et al. Guías de acceso vascular en hemodiálisis (Guías S.E.N.). *Nefrología* 2005; 25 (Supl. 1): 3-97.
- Fernández-Herederó, E. Martínez-Aguilar, J.R. March-García, F. Acín-García. Momento idóneo de creación del acceso vascular desde el punto de vista técnico. Estrategia y su escalonamiento. *ANGIOLOGÍA* 2005; 57 (Supl. 2): S47-54.
- Martínez-Pérez M.J. Accesos vasculares para hemodiálisis. Técnicas complejas o de último recurso. *ANGIOLOGÍA* 2005; 57 (Supl. 2): S227-S235.
- McCann RL. Axillary grafts for difficult haemodialysis access. *J Vasc Surg* 1996; 24: 457-61.
- Vega D, Polo JR, Polo J, López JA, Pacheco D, García-Pajares R. Brachial-jugular expanded PTFE grafts for dialysis. *Ann Vasc Surg* 2001; 15: 553-6.
- Vega-García F, Mesa-Álvarez A, Cubillas-Martín H. Última alternativa de acceso vascular: técnicas heroicas o catéter venoso central. A favor de catéteres venosos centrales. *ANGIOLOGÍA* 2005; 57 (Supl 2): S237-42.
- Hazinedaroglu S, Karakayali F, Tuzuner A, Ayli D, Demirel S, Duman N et al. Exotic Arteriovenous Fistulas for Hemodialysis. *Transplantation Proceedings* 2004; 36: 59-64.
- Huber TS, Ozaki K, Flynn TC, Ross EA, Seeger JM. Use of superficial femoral vein for hemodialysis arteriovenous access. *J Vasc Surg* 2000; 31: 1038-41.
- Sedki N, Zrihni Y, Jiber H, Houssaini TS, Bouarhroum A. Upper arm brachial-axillary translocated superficial femoral vein for hemodialysis. *Indian J Nephrol*. 2011, 21: 132-133.
- Sadaghianloo N, Jean-Baptiste E, Mousnier A, Declémy S, Hassen-Khodja R. Arm Composite Autogenous Vascular Access Using the Great Saphenous Vein and the Femoral Vein: Results from a Single-centre Study. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* 2013, 45: 183-188.
- Jakimowicz T, Galazka Z, Grochowicki T, Nazarewski S, Szmidi J. Vascular Access for Haemodialysis in Patients with Central Vein Thrombosis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011; 42, 842-849.
- Vega D, Polo JR, Polo J, López Raena JA, Pacheco D, García-Pajares R. Brachial-jugular Expanded PTFE Grafts for Dialysis. *Ann Vasc Surg* 2001; 15: 553-556.
- Katzman HE, McLafferty RB, Ross JR, Glickman MH, Peden EK, Lawson JH. Initial experience and outcome of a new hemodialysis access device for catheter-dependent patients. *J Vasc Surg* 2009; 50: 600-7.
- Cerri J, Ramacciotti E, Gomes M, Filho WT, Piccinato CE. Latero-lateral femoro-femoral arteriovenous fistula. A new surgical approach for hemodialysis patients with no vascular access. *Acta Cirúrgica Brasileira-Vol. 26 (1)* 2011.
- Rueda CA, Nehler MR, Kimball TA, Dimond KR, Whitehill TA, Peyton BD. Arteriovenous Fistula Construction Using Femoral Vein in the Thigh and Upper Extremity: Single-Center Experience. *Ann Vasc Surg* 2008; 22: 806-814.
- Correa JA, Carlos de Abreu L, Pires AC, Breda JR, Yamazaki JR, Fioretti AC et al. Saphenofemoral arteriovenous fistula as hemodialysis access. <http://www.biomedcentral.com/1471-2482/10/28>
- Carsten III CG. Lower Extremity Arteriovenous Hemodialysis Access: An Important Adjunct in Select Patients. *Semin Vasc Surg* 2011, 24: 102-107.
- Chemla ES, Morsy M, Anderson L, Makanjuola D. Complex bypasses and fistulas for difficult hemodialysis access: a prospective, single-center experience. *Semin Dial* 2006; 19: 246-50.
- Gradman WS, Cohen W, Haji-Aghai M. Arteriovenous fistula construction in the thigh with transposed superficial femoral vein: Our initial experience. *J Vasc Surg* 2001; 33: 968-75.
- Rim H, Shin HS, Jung YS. Arteriovenous fistula between the posterior tibial artery and great saphenous vein. *Kidney International* 2012; 81: 925.
- Günday M. Aneurysm of the tibial-saphenous fistula in hemodialysis patient: the results of surgical treatment. *Vascular Health and Risk Management* 2011; 7: 657-660.
- El-Zoubi OM. Lower Extremity Vascular Access for Haemodialysis. *JRMS* March 2011; 18: 61-65.
- Macsata RA, Sidawy AN. *Strategies Of Hemodialysis Access. 2010 Decker Intellectual Properties ACS Surgery: Principles and Practice.*
- Chan SY, Chan CK, Hou SM, Chi-Fai Ng. Mid-thigh Arteriovenous Graft in Lower Extremity Vascular Access Construction for Hemodialysis Patients. *Hong Kong J Nephrol* 2007; 9(2): 86-8.
- Jean-Baptiste E, Hassen-Khodja R, Haudebourg P, Declémy S, Batt M, Bouillanne PJ. Axillary loop grafts for hemodialysis access: Midterm results from a single-center study. *J Vasc Surg* 2008; 47: 138-43.

28. Kendall TW, Cull DL, Carsten III CG, Kalbaugh CA, Cass AL, Taylor SM. The role of the prosthetic axilloaxillary loop access as a tertiary arteriovenous access procedure. *J Vasc Surg* 2008; 48: 389-93.
29. Jakimowicz T, Galazka Z, Grochowicki T, Nazarewski S, Szmidi J. Vascular Access for Haemodialysis in Patients with Central Vein Thrombosis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011; 42: 842-849.
30. Morsy MA, Khan A, Chemla ES. Prosthetic axillary-axillary arteriovenous straight access (necklace graft) for difficult hemodialysis patients: A prospective single-center experience. *J Vasc Surg* 2008; 48: 1251-4.
31. Mustafa fırlak, Sadık Eryılmaz, Mehmet Çakıcı, Bahadır Çınan, Bülent Kaya, Ümit Özyurda. Necklace fistula for complicated dialysis access patients. *Anadolu Kardiyol Derg* 2009; 9: 61-5.
32. Debing E, Van den Brande P. Axillo-axillary arteriovenous fistula as a suitable surgical alternative for chronic haemodialysis access. *Nephrol Dial Transplant*. 1999; 14: 1252-3.
33. Ghaheri H, Lavasanijou MR, Beigi AA, Eshaghian A, Akbari M. The comparison of the complications of axillobrachial and femorofemoral arteriovenous shunt prostheses in hemodialysis, a 3 year study in Alzahra general hospital. *Adv Biomed Res* 2013; 2: 69.
34. Zanow J, Kruger U, Petzold M, Petzold K, Miller H, Scholz H. Arterioarterial prosthetic loop: A new approach for hemodialysis access. *J Vasc Surg* 2005; 41: 1007-12.
35. Bünger CM, Kröger J, Kock L, Henning A, Klar E, Schareck W. Axillary-axillary interarterial chest loop conduit as an alternative for chronic hemodialysis access. *J Vasc Surg* 2005; 42: 290-5.
36. Akoh J. Managing Patients with Problematic Vascular Access Sites. *US Nephrology* 2011; 6: 48-55.
37. Nagato Y, Neuda, Calixto A, Brandão ML, Nagato LC, Bessa GO et al. Fistula axilo-cava para hemodiálise: relato de caso. *J Vasc Bras*. 2009; 8 (4): 371-373.
38. Karp SJ, Hawxby A, Burdick JF, MD. Axillorenal arteriovenous graft: A new approach for dialysis access. *J Vasc Surg* 2004; 40: 379-80.
39. Chemla ES, Korrakuti L, Makanjuola D, Chang RW. Vascular Access in Hemodialysis Patients with Central Venous Obstruction or Stenosis: One Center's Experience. *Ann Vasc Surg* 2005; 19: 692-698.
40. Calder FR, Chemla ES, Anderson L, Chang RW. The axillary artery-popliteal vein extended polytetrafluoroethylene graft: a new technique for the complicated dialysis access patient. *Nephrol Dial Transplant*. 2004 Apr; 19 (4): 998-1000.
41. Hamish M, Shalhoub J, Rodd CD, Davies AH. Axillo-iliac Conduit for Haemodialysis Vascular Access. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006, 31: 530-534
42. Zamani N, Anaya-Ayala JE, Ismail N, Peden EK. Left common iliac artery to inferior vena cava abdominal wall arteriovenous graft for hemodialysis access. *J Vasc Surg* 2012; 56: 489-91.
43. Bellows PH, Anaya-Ayala JE, Cheema ZF, Davies MG, Lumsden AB, Pede EK. Combined Femoral Vein Transposition and Iliac Vein to Suprarenal Vena Cava Bypass as a Last Resort Dialysis Access. *n Ann Vasc Surg* 2011; 25: 264.e5-264.e8
44. Zhu M, Shi Y, Cheng J, Pang H, Gu L, Lin A et al. Case Rep Nephrol Urol 2012; 2: 83-86.
45. Khan AR, Blackwell LM, Stafford SJ, Thompson AD, Romero RJ, Goodier CD et al. Femororenal Arteriovenous Graft: A Viable Option for Hemodialysis Access. *Ann Vasc Surg* 2008; 22: 136-139.
46. Pierre-Paul D, Williams S, Lee T, Gahtan V. Saphenous vein loop to femoral artery arteriovenous fistula: a practical alternative. *Ann Vasc Surg*. 2004; 18 (2): 223-7.
47. Mickley V. Subclavian artery to right atrium haemodialysis bridge graft for superior vena caval occlusion. *Nephrol Dial Transplant* 1996, 11: 1361-1362.
48. El-Sabroul RA, Duncan JM. Right atrial bypass grafting for central venous obstruction associated with dialysis access: Another treatment option. *J Vasc Surg* 1999; 29: 472-8.
49. Maevsky V, Massey T, Illig K, Subclavian Vein to Right Atrial Appendage Bypass without Sternotomy to Maintain Arteriovenous Access in Patients with Complete Central Vein Occlusion, a New Approach. *Carolyn Glass, Ann Vasc Surg* 2009; 23: 465-468.
50. Ross JR, Glickman MH, Peden EK, Lawson JR, Katzman HE, McLafferty RB. Initial experience and outcome of a new hemodialysis access device for catheter-dependent patients. *J Vasc Surg* 2009; 50: 600-7.
51. Sandhu J. Dialysis ports: A new totally implantable option for hemodialysis access. *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*. 2002; 108-113.
52. Smith TP, Ryan M, Reddan DN. Transhepatic Catheter Access for Hemodialysis. *Radiology* 2004; 232: 246-251.
53. Ghasemi AR, Yaziri SM, Ahmadi, Kh. Eslami, M. Ghase-mi Esfe, H. Rokni Yazdi. Percutaneous Transhepatic Venous Access for Permanent Hemodialysis Catheter Placement. Procedure and Complications. *Iran J Radiol* 2010; 7 (2): 67-70.
54. Lund GB, Trerotola SO, Scheel PJ Jr. Percutaneous translumbar inferior vena cava cannulation for hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1995; 25: 732-737.
55. Crehuet Rodríguez I, Mendiñeta S, Méndez Briso-Montiano-Ronte P. Catéter translumbar en vena cava inferior: última opción de acceso vascular para hemodiálisis. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol* 2008; 11: 238-241.
56. Rajan DK, Croteau DL, Sturza SG, Harvill ML, Mehall CJ. Translumbar placement of inferior vena caval catheters: a solution for challenging hemodialysis access. *Radiographics*. 1998 Sep-Oct; 18 (5): 1155-67;
57. Gupta A, Karak PK, Saddekn S. *J Am Soc Nephrol*. 1995 Jun; 5 (12): 2094-7. Translumbar inferior vena cava catheter for long-term hemodialysis.
58. Vachharajani TJ, Vachharajani V. A circuitous detour. *Kidney International* 2011, 79: 1383.
59. Archundia AG, Mendoza AC, Manrique MN, Figueroa SA. A method to insert a haemodialysis catheter by parasternal access. *Nephrol Dial Transplant*. 2002; 17: 134-6.

60. Oguz E, Ozturk P, Erkul S, Calkavur T. Right intra-atrial catheter placement for hemodialysis in patients with multiple venous failure. *Hemodialysis International* 2012; 16: 306-309.
61. Villagran Medinilla E, Carnero M, Silva JA, Rodríguez JE. Right intra-atrial catheter insertion at the end stage of peripheral vascular access for dialysis. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery* 2011, 12: 648-649.
62. Restrepo CA, Buritica CM, Arango A. Catéter en vena cava superior para hemodiálisis entre los últimos recursos en hemitórax superior. *Nefrología* 2010; 30 (4): 463-6.
63. Agrawal S, Alaly JR, Misra M. Intracardiac access for hemodialysis: A case series. *Hemodialysis International* 2009; 13: S18-S23.
64. Oguz E, Ozturk P, Erkul S, Calkavur T. Right intra-atrial catheter placement for hemodialysis in patients with multiple venous failure. *Hemodial Int*. 2012; 16: 306-9.
65. Punzi M, Ferro F, Petrosino F, Masiello P, Villari V, Sica V et al. Use of an intra-aortic Tesio catheter as vascular access for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2003, 18: 830-832.
66. Informe de Diálisis y Trasplante del año 2009 perteneciente al Registro Español de Enfermos Renales, realizado por la Sociedad Española de Nefrología y la Organización Nacional de Trasplantes. <http://www.senefro.org/>
67. Basile C, Lomonte C. The operating surgeon is the major determinant for a successful arteriovenous fistula maturation. *Kidney International* 2007; 72: 772.
68. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. *Kidney Int* 2002; 62: 1109-24.
69. Francisco L. What should nephrologist do to maximize the use of arteriovenous fistulas? *Semin Dial* 2006; 19: 205-7.
70. Roca Tey R. El acceso vascular para hemodiálisis: la asignatura pendiente. *Nefrología* 2010; 30: 280-7.
71. Sidawy AN, Spergel LM, Besarab A, Allon M, Jennings WC, Padberg FT Jr, Murad MH et al. The Society for Vascular Surgery: Clinical practice guidelines for the surgical placement and maintenance of arteriovenous hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2008 Nov; 48 (5 Suppl): 2S-25S.
72. Fernández-Samos R, Martín-Álvarez A, Barbas-Galindo MJ, González-Fueyo MJ, Alonso-Álvarez MI, Ortega-Martín JM. Accesos vasculares y calidad de vida en la enfermedad crónica renal terminal. *ANGIOLOGÍA* 2005; 57 (Supl 2): S185-98.
73. O'Hare AM, Dudley RA, Hynes DM, et al. Impact of surgeon and surgical center characteristics on choice of permanent vascular access. *Kidney Int* 2003; 64: 681-9.
74. Asif A, Ravani P, Roy-Chaudhury P, Spergel LM, Besarab A. Vascular mapping techniques: advantages and disadvantages. *J Nephrol* 2007; 20: 299-303.
75. Ives CL, Akoh JA, George J, Vaughan-Huxley E, Lawson H. Pre-operative vessel mapping and early post-operative surveillance duplex scanning of arteriovenous fistulae. *J Vasc Access* 2009; 10:3 7-42.
76. Akoh J. Managing Patients with Problematic Vascular Access Sites. *European Nephrology* 2011; 5: 49-55.

Extreme and alternative hemodialysis access options for «end of the road» patients

AUGUSTO MINISTRO, TIAGO FERREIRA, VANDA PINTO AND LUIS MENDES PEDRO

Vascular Surgery Department, Hospital Santa Maria-CHLN. Lisbon Academic Medical Centre. Lisbon. Portugal

INTRODUCTION

Over the last decades, the significant improvement in global medical care of end-stage renal disease (ESRD) has enhanced the life expectancy of patients on chronic hemodialysis. As a consequence, it is not uncommon for patients to live beyond the point where conventional vascular access options have been exhausted. These “end of the road” patients offer a remarkable challenge to access surgeons, since most of them have a markedly reduced venous capital and a large proportion suffers from severe peripheral arterial disease. A critical factor in the quality of life and survival of these patients is the surgeon’s ability to create a definitive vascular access. This chapter explores some of the alternative and less conventional procedures for patients who have exhausted all other options for vascular access.

Before deciding the type of access, it is essential to confirm central venous patency by venography since the majority of patients considered for complex accesses already had multiple arteriovenous (AV) accesses in the upper limb and/or previous central venous dialysis catheters.

AUTOGENOUS AV ACCESS

In patients who have unsuitable veins for access creation in the upper extremity or who

have multiple failed accesses it is still possible to create an autogenous AV access based on the saphenous and femoral veins. These veins are largely left unused when planning AV accesses and are usually a suitable surrogate to arm veins. In translocation procedures, the saphenous or femoropopliteal veins are mobilized and harvested in its entirety in order to create an access at a different site, normally the upper extremity. In transposition procedures, only the distal portion of the vein is mobilized, tunneled superficially and anastomosed to a suitable artery for inflow, leaving the rest of the vein in its original position. These procedures allow for the creation of an all-autologous AV access with a reduced risk of infection, which is of importance given the high infection rate of AV accesses in the lower extremity. Disadvantages of these options include wound-related complications and steal syndrome. An unobstructed venous outflow is also required for these fistulas to function properly.

SAPHENOUS VEIN TRANSLOCATION

The great saphenous vein can (GSV) be harvested and translocated into the forearm in a loop configuration or by creating a straight arteriovenous fistula (AVF) between the radial artery and the antecubital vein. It can also be used to create a fistula between the brachial artery and the axillary vein. Studies concerning

saphenous vein-forearm translocation for hemodialysis access are scarce and patency definition varied between studies. Reported 2 year primary patency rates range from 20 % to 82 % (1, 2). Cumulative patency at 3 years varied between 40 % and 71.5 % (3, 4).

FEMOROPOPLITEAL VEIN TRANSLOCATION

A patent femoropopliteal venous trunk > 6 mm in diameter is a suitable alternative conduit for creation of an AV access with inflow from the brachial artery and outflow to the axillary vein. The femoral vein must be harvested from the mid-popliteal fossa to the common femoral vein, taking care to preserve the profunda femoris as a collateral drainage pathway. It is then connected to the inflow and outflow vessels in a reversed configuration. Reported primary and secondary patency rates are 67 % and 100 % at 18 months (5). Complications include lower extremity compartment syndrome, access-related steal syndrome and wound hematoma or dehiscence. In the same series, significant arterial steal was treated with distal revascularization plus interval ligation in 27 % of patients (5). Measures to reduce the incidence of complications include ensuring adequate arterial perfusion in the donor limb to achieve wound closure and using a composite access made of great saphenous vein and femoral vein to minimize the incidence of steal syndrome.

SAPHENOUS VEIN TRANSPOSITION

This procedure entails creating an AVF between the superficial femoral artery and the GSV. The vein is mobilized in its above-knee portion and transected distally, leaving the saphenofemoral junction intact. It is

then tunneled in a subcutaneous plane and anastomosed to the superficial femoral artery. The access should be cannulated no sooner than 6 weeks post-procedure to avoid bleeding. Published series are small and show a considerable rate of wound complications (57.1%) (6). Mean primary patency ranged from 7 to 11 months (6,7). Harvesting the vein with endoscopic techniques may help to reduce wound complications and using only veins > 3 mm in diameter increases the patency and performance of the access.

FEMORAL VEIN TRANSPOSITION

In this technique, the femoral vein is mobilized as previously described and divided distally above the knee. It is then tunneled in a subcutaneous plane lateral to the surgical incision and anastomosed to the superficial femoral artery in the distal thigh. In patients with insufficient vein length, the femoral vein can be brought to a superficial plane by approximating the subcutaneous tissue beneath the vein and closing the skin over the access.

Gradman *et al.* published the largest body of experience in femoral vein transposition for dialysis access. Initial results showed a primary patency of 78 % at 12 months, albeit with a 32 % incidence of access-related limb ischemia (8). The authors then modified the technique by tapering the distal end of the vein to 5 mm in order to reduce the size of the anastomosis and changed the inclusion criteria by excluding patients with no pedal pulses or an ankle-brachial index <0.85. These modifications reduced the incidence of limb ischemia to 0 % in a subsequent series (9).

BRACHIAL VEIN TRANSPOSITION

Transposition of the brachial vein for dialysis access is usually done as a two-stage

procedure. In the first stage, the brachial artery and vein are exposed in the antecubital fossa and an end-to-side vein-to-artery anastomosis is performed. Alternatively, the proximal radial artery can be used for inflow in order to reduce the risk of clinically significant steal syndrome. The second stage is performed 4 to 6 weeks later to allow the brachial vein to arterialize and dilate. The vein is mobilized in its entirety from the antecubital fossa to the axilla, taking care to avoid injury to the median and antebrachial cutaneous nerves. The vein is divided near the anastomosis, tunneled in a subcutaneous plane and reconstructed with an end-to-end anastomosis. If the vein is of inadequate length, it can be simply elevated as previously described for the GSV. Published series report 1 year primary patency rates between 40 % and 52 % and a 2 year cumulative patency of 55 % to 92 % (10-12).

ANKLE FISTULA

A few case reports of AVF creation using the GSV and either the posterior tibial or the dorsalis pedis artery have been published in the literature (13-16). The vein and the artery are exposed at the ankle level and an end-to-side anastomosis is created. Given the paucity of published data on this type of access, its performance and medium- to long-term patency are still largely unknown.

CHEST WALL AND CERVICAL ARTERIOVENOUS GRAFTS (AVGS)

After exhaustion of traditional access options in the upper limbs, more proximal alternatives such as brachial artery-ipsilateral jugular vein straight access, axillary artery-ipsilateral axillary vein loop access, axillary artery-contralateral axillary or jugular vein access (“necklace access”) may be considered.

Most series report good patency and low infection rates for these grafts although it is important to note that the available literature on these techniques is limited to case reports and small series. Given the higher risk of infection in obese patients, chest wall accesses may be an attractive alternative to thigh accesses. One disadvantage of chest wall and cervical AVGs is that the surgical approach of the axillary vessels can be challenging, especially in reinterventions for complications.

The “necklace access” connects the axillary artery to the contralateral axillary or internal jugular vein through a 6 mm PTFE that crosses over the sternum. Morsy *et al.* reported primary and secondary patency rates of 72 % and 89 % at 12 months, respectively (17). It is important to note that in this series all patients had bimonthly clinical and ultrasound assessment of graft flow and, if necessary, a fistulogram was obtained and an intervention was performed to restore patency.

The brachial-jugular access connects the brachial artery to the ipsilateral internal jugular vein through a 6 mm PTFE. The graft is tunneled over the ventral aspect of the shoulder and over the midclavicle. A series of 51 patients reported primary and secondary patency rates of 57 % and 74 % at 12 months, respectively (18). Another series with 32 patients reported 54 % primary and 93 % secondary patency rates at 1 year (19).

The axillary-axillary chest wall loop access connects the axillary artery to the ipsilateral axillary vein through a 6 mm PTFE tunneled superficially in a loop on the ipsilateral anterior chest wall. The two largest series included 34 and 67 patients and reported primary and secondary patency rates of 17-44 % and 59-82 % at 12 months, respectively

(20, 21). Steal syndrome secondary to chest wall access is not described in any of these series although all included patients in whom previous AVF or AVG in the ipsilateral limb had caused upper limb ischemia. It appears that a history of access-related steal syndrome is not a contraindication to placement of an access based off the ipsilateral axillary artery, although all published series have a small number of patients.

Another advantage of axillary-axillary loop and brachial-jugular accesses is that they preserve contralateral veins for future access placement.

LOWER LIMB ARTERIOVENOUS GRAFTS (LLAVG)

Prosthetic LLAVGs may have several configurations. Possibilities for inflow include the common femoral, superficial femoral or popliteal arteries and the great saphenous or femoral veins for outflow. The construction of a LLAVG is a simple procedure, involving the exposure of vessels explored by vascular surgeons and anastomosis of a 6 or 8 mm PTFE graft after tunneling. The simplicity of the technique makes it an attractive option after the exhaustion of upper limb accesses. The resolution of surgical complications is also easier than for neck and chest wall accesses. An advantage referred by patients is that both hands are free to perform activities during dialysis.

The placement of an arteriovenous graft in the lower limb and subsequent diversion of arterial flow to the venous circulation makes limb ischemia a major concern in LLAVGs since patients on hemodialysis already have an increased risk of lower limb ischemia. One way to minimize the risk of access-related ischemia is the use of 6mm instead of 8mm grafts.

Compared to accesses in the upper limbs and chest wall, LLAVGs have a higher infection

rate. Some reports describe placement of the prosthetic loop in the midthigh, avoiding the node-bearing tissue and the panniculus. This modification may be associated with a lower infection rate and comparable patency while also preserving the proximal femoral vessels for future access placement.

A meta-analysis published in 2009 discussing 720 femoro-femoral AVGs (660 upper-thigh and 60 mid-thigh grafts) described primary and secondary patency rates of 34-71 % and 41-85 % at 12 months, respectively (22). No difference was found between upper and mid-thigh AVGs with regard to infection.

HEMODIALYSIS RELIABLE OUTFLOW (HERO)

The Hemodialysis Reliable Outflow (HeRO) device was approved by the FDA in 2008 as an alternative to central venous catheters or lower extremity access in patients with central venous stenosis. The HeRO device is considered a definitive access that provides a direct connection between the brachial artery and the right atrium, bypassing any central venous stenosis. Being entirely subcutaneous, it also has a reduced risk of infection (23).

The device consists of two elements: a 6 mm PTFE graft anastomosed to the brachial artery and a venous silicone catheter reinforced with a nitinol braid (outflow component) placed percutaneously into the right atrium through the subclavian or internal jugular vein (fig. 1). Both elements are subcutaneously tunneled and attached to each other through a purpose-designed titanium connector (fig. 2).

As with any other prosthetic AV access, the arterial component can be punctured 2 to 4 weeks after placement. Active infection, brachial artery diameter <3 mm, systolic blood pressure <100 mmHg and ejection

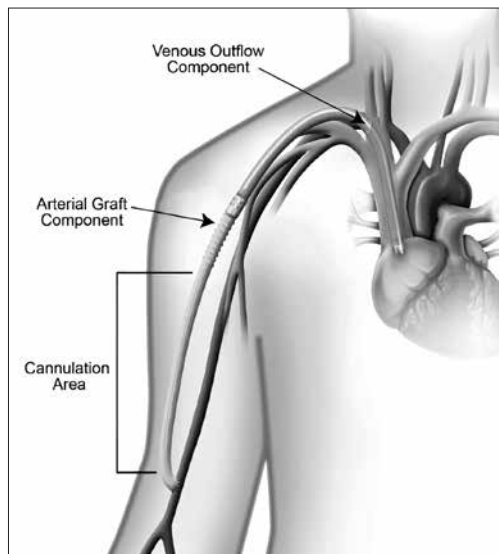


Fig. 1. HeRO graft with its two components: the arterial graft anastomosed to the brachial artery and the venous outflow component placed in the right atrium.

fraction <20% are relative contraindications to HeRO implantation.

Al Shakarchi *et al.* found 1-year primary and secondary patency rates of 22% and 59% respectively (23). These are somewhat poor results when compared to native AVFs or AVGs but it is important to consider that HeRO candidates are highly selected complex patients who have had multiple failed AVFs or AVGs.

Despite its high initial cost, the HeRO graft may be a useful and cost-effective alternative when compared to repeated balloon angioplasty and stenting for recalcitrant central venous stenosis and to LLAVGs (1). Two studies compared LLAVGs with the HeRO device and despite comparable patency rates in both studies, Kudlaty *et al.* found that the HeRO graft had almost half the infection rate of LLAVGs (24). Steerman *et al.* found no difference in infection rates between both access options (25). However, the HeRO group had higher body mass index which represents a higher risk of infection and may explain the different results between studies. Procedure-related bacteremia is also significantly lower than catheter-related bacteremia, which suggests an important benefit over dialysis catheters. The incidence of steal syndrome is 6,3% which is lower than reported for proximal AVFs. This may be explained by arterial accommodation from previous AVFs or AVGs in HeRO patients or by the 5 mm diameter of venous outflow component which is less prone to steal than larger conduits.

In order to maintain patency, endovascular procedures are common in HeRO grafts, ranging from 1 to 3 interventions per year, which is similar to other secondary access.

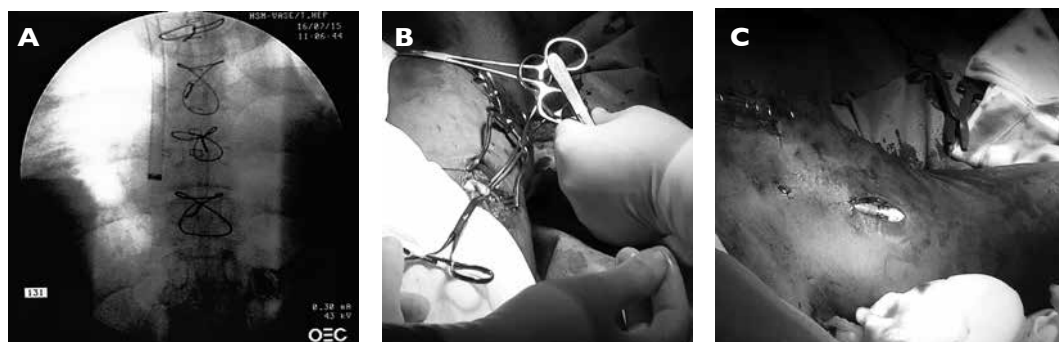


Fig. 2. The venous outflow component of the HeRO graft is placed percutaneously in the right atrium through a subclavian or jugular approach (A). Standard anastomosis is performed between the arterial component and the brachial artery (B). Both components are tunneled subcutaneously and attached to each other through a titanium connector (C).

TUNNELED DIALYSIS CATHETERS

Patients who have had central venous catheters for dialysis in multiple locations or for prolonged periods of time often have associated central venous stenosis or occlusion. The outflow restriction leads to failure of peripheral dialysis accesses and to complications like venous hypertension, thus limiting the options for access creation and the sites for catheter placement. In some extreme cases, the superior and inferior vena cava are the only available central veins and access to these vessels must be obtained in order to place a functioning dialysis catheter.

TRANSTHORACIC SUPERIOR VENA CAVA (SVC) CATHETERS

When the subclavian and internal jugular veins are unsuitable for placement of a dialysis catheter, the superior vena cava can be accessed through direct transthoracic puncture. A pigtail catheter introduced through the femoral vein is used to perform a venogram of the SVC. A needle puncture at a point immediately cephalic to the head of the right clavicle is directed towards the SVC using the venogram as a reference. Once the SVC is entered, a guidewire is advanced to the IVC and the catheter is placed by standard Seldinger technique. A series of 22 catheters placed through this approach reported a patency time of 1-7 months (26). Major postoperative complications were hemothorax in one patient and pneumothorax in another.

TRANSLUMBAR INFERIOR VENA CAVA (IVC) CATHETERS

Tunneled dialysis catheters can be placed into the IVC through a direct translumbar

approach. With the patient in the prone position or in left lateral decubitus, a small incision is made four fingerbreadths lateral to the midline and just above the iliac crest. An introducer needle is inserted through the incision and directed towards the IVC at the L2-L3 level using fluoroscopic guidance. Upon entering the IVC, a guidewire is advanced and the catheter is inserted and tunneled in the usual fashion. In the largest series to date, Rajan *et al.* published the results of 58 translumbar IVC catheters, 37 of which were placed for hemodialysis (27). Complications included catheter migration, IVC stenosis and occlusion and retroperitoneal hematoma. Another smaller series reported an infection rate of 0.28 episodes/100 days and a thrombosis rate of 0.33 episodes/100 days, for a cumulative patency of 52 % at 6 months and 17 % at 12 months (28). A contemporary series reported an infection rate of 2.2 episodes/1000 days and a thrombosis rate of 1.2 episodes/1000 days, with an average patency time close to 9 months (29). IVC catheters can also be inserted surgically by retroperitoneal exposure of the iliac veins or the IVC itself via a flank incision.

TRANSHEPATIC IVC CATHETERS

The placement of tunneled catheters for hemodialysis in the IVC can also be done via a percutaneous transhepatic approach (30). Using a 21-gauge needle, a puncture is made on the tenth right intercostal space in the mid-axillary line. Access to the right hepatic vein is confirmed with fluoroscopy and contrast injection. A 0.018" guidewire is advanced into the IVC and catheter-exchanged for a 0.035" stiff guidewire which is positioned in the right atrium. A peel-away sheath is inserted over the wire and a subcutaneous tunnel created over the mid-axillary line. The catheter is then tunneled and inserted through the sheath into the atrial-caval junction.

In published series of this technique, average time of catheter function ranged from 24 to 300 days (30,31). Infection and thrombosis rates reached 0.22 and 2.4/100 catheter-days, respectively. Although more recent series have showed better results in terms of patency and complication rate, this alternative should be considered as an exception access for patients with severe depletion of vascular access sites.

CATHETER PLACEMENT IN COLLATERAL OR RECANALIZED VEINS

Endovascular techniques can be employed to recanalize chronically occluded central veins and “reuse” them for catheter placement. Alternatively, collateral veins in the neck and chest can be successfully catheterized and accessed for hemodialysis. The ultimate goal is to achieve a straight path to the SVC or the right atrium, which ensures identical function to catheters placed in conventional sites.

Short segment occlusions in large veins are best negotiated from a direct antegrade approach. A short 5-French catheter and a stiff hydrophilic guidewire are used to traverse the lesion and liberal contrast injection is performed to ensure intraluminal placement. After crossing the lesion, balloon dilatation to at least 6 mm helps catheter passage. The catheter is then inserted over the stiff guidewire. If the antegrade approach fails or is deemed inappropriate, a retrograde approach through the femoral vein can be attempted. A catheter advanced into the superior vena cava in a patient with central vein occlusions will preferentially enter larger, straighter occluded or collateral veins. The puncture site should be chosen with the catheter tunnel in mind. In larger veins, sonographic-guided puncture is performed. In smaller veins, the catheter is exchanged over a rigid guidewire for a snare that is then opened at the planned puncture

site. Under fluoroscopic guidance, a puncture is made through the loop of the snare and a 0.018” guidewire is introduced into the puncture site. The needle is removed and the snare is used to pull the wire into the central veins. The tract is sequentially dilated with 3- and 5-French dilators and contrast is injected as the last dilator is slowly removed, thus allowing identification of inadvertent through-and-through arterial puncture. The dilator is advanced back into the central vein and the 0.018-in. guidewire is exchanged for a conventional 0.035-in. guidewire. The dialysis catheter is then inserted in standard fashion.

A published series of 25 catheters introduced in collateral veins through a retrograde approach reported a technical success of 88%, with primary patency of 71 % at 6 months and 25 % at 12 months (32). Secondary patency was 100 % at 6 months and 70 % at 12 months. There were no instances of pneumothorax, nerve injury or bleeding. Catheter malfunction and infection rates were 0.67 and 0.06/100 catheter-days, respectively.

INTRA-ATRIAL CATHETERS

In extreme cases where central venous stenosis or occlusion affecting both brachiocephalic veins and the IVC precludes catheter placement or creation of any other dialysis access, intra-atrial catheters can be used as a life-saving alternative.

These catheters are placed directly in the right atrium through a right anterior mini-thoracotomy or median mini-sternotomy and tunneled through the right anterior chest wall. The largest published series by Oguz *et al.* reported a 13 % postoperative mortality rate, mainly due to myocardial infarction and ventricular fibrillation (33). Catheter thrombosis and malfunction was observed in 11.1 % of patients and catheter dislodgement occurred in 15 % of cases.

A series of 7 patients with intra-atrial catheters placed in our institution during a 10-year span reported a 29% early mortality rate (34). Bleeding and infection were the most common complications and the mean catheter patency time was 8 months. Mean global survival after catheter placement was 19 months, which illustrates the curtailed life expectancy of the “end of the road” population.

REFERENCES

- Smith GE, Carradice D, Samuel N et al. Great saphenous vein transposition to the forearm for dialysis vascular access; an under used autologous option? *J Vasc Access*. 2011; 12: 354-7.
- Uzun A, Diken AI, Yalçinkaya A et al. Long-term patency of autogenous saphenous veins vs. PTFE interposition graft for prosthetic hemodialysis access. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2014; 14: 542-6.
- May J, Harris J, Fletcher J. Long-term results of saphenous vein graft arteriovenous fistulas. *Am J Surg*. 1980; 140: 387-90.
- Bhandari S, Wilkinson A, Sellars L. Saphenous vein forearm grafts and Gore-Tex thigh grafts as alternative forms of vascular access. *Clin Nephrol*. 1995; 44: 325-8.
- Huber TS, Hirneise CM, Lee WA et al. Outcomes after autogenous brachial-axillary translocated superficial femoropopliteal vein hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2004; 40: 311-8.
- Pierre-Paul D, Williams S, Lee T et al. Saphenous vein loop to femoral artery arteriovenous fistula: a practical alternative. *Ann Vasc Surg*. 2004; 18: 223-7.
- Gorski TF, Nguyen HQ, Gorski YC et al. Lower-extremity saphenous vein transposition arteriovenous fistula: an alternative for hemodialysis access in AIDS patients. *Am Surg*. 1998; 64: 338-40.
- Gradman WS, Cohen H, Haji-Aghai M. Arteriovenous fistula construction in the thigh with transposed superficial femoral vein: our initial experience. *J Vasc Surg*. 2001; 35: 968-75.
- Gradman WS, Laub J, Cohen W. Femoral vein transposition for arteriovenous hemodialysis access: improved patient selection and intraoperative measures reduce postoperative ischemia. *J Vasc Surg*. 2005; 41: 279-84.
- Elwakeel HA, Saad EM, Elkiran YM et al. Unusual vascular access for hemodialysis: transposed venae comitantes of the brachial artery. *Ann Vasc Surg*. 2007; 21: 560-3.
- Casey K, Tonnessen BH, Mannava K et al. Brachial versus basilica vein dialysis fistulas: a comparison of maturation and patency rates. *J Vasc Surg*. 2008; 47: 402-6.
- Jennings WC, Sideman MJ, Taubman KE et al. Brachial vein transposition arteriovenous fistulas for hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2009; 50: 1121-6.
- Flora HS, Chaloner EJ, Day C et al. The ankle arteriovenous fistula: an approach to gaining vascular access for renal haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2001; 22 (4): 376-8.
- Hara T, Sofue T, Kohno M. Hemodialysis arteriovenous fistula created from the posterior tibial artery and a saphenous vein branch. *Am J Kidney Dis*. 2013; 62 (6): 1222-3.
- Rim H, Shin HS, Jung YS. Arteriovenous fistula between the posterior tibial artery and great saphenous vein. *Kidney Int*. 2012; 81 (9): 925.
- Goh M, Ali JM, Lagaac R et al. Ankle fistula as the last resort for vascular access: case report and literature review. *J Vasc Access*. 2015; 16 (1): 68-71.
- Morsey MA, et al. Prosthetic axillary-axillary arteriovenous straight access (necklace graft) for difficult hemodialysis patients: a prospective single-center experience. *J Vasc Surg*. 2008; 48: 1251-4.
- Vega D, et al. Brachial-jugular expanded PTFE grafts for dialysis. *Ann Vasc Surg*. 2001; 15: 553-6.
- Kim MJ, et al. Alternative venous outflow by brachial to jugular vein vascular access for hemodialysis in the exhausted upper extremities. *J Vasc Access*. 2015; 16 (4): 269-74.
- Kendall TW, et al. The prosthetic axillo-axillary loop access: indications, technique, and outcomes. *J Vasc Surg*. 2008; 48: 389-93.
- Liechty JM, et al. Experience with chest wall arteriovenous grafts in hemodialysis patients. *Ann Vasc Surg*. 2015; 29 (4): 690-7.
- Antoniou GA, et al. Lower-extremity arteriovenous access for haemodialysis: a systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2009; 38 (3): 365-72.
- Al Shakarchi J, Houston JG, Jones RG et al. A review on the Hemodialysis Reliable Outflow (HeRO) graft for haemodialysis vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2015; 50 (1): 108-13.
- Kudlaty EA, Pan J, Allemang MT et al. The end stage of dialysis access: femoral graft or HeRO vascular access device. *Ann Vasc Surg*. 2015; 29 (1): 90-7.
- Steerman SN, Wagner J, Higgins JA et al. Outcomes comparison of HeRO and lower extremity arteriovenous grafts in patients with long-standing renal failure. *J Vasc Surg*. 2013; 57 (3): 776-83.
- Wellons ED, Matsuura J, Lai KM et al. Transthoracic cuffed hemodialysis catheters: a method for difficult hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2005; 42: 286-9.
- Rajan DK, Croteau DL, Sturza SG et al. Translumbar placement of inferior vena caval catheters: a solution for challenging hemodialysis access. *Radiographics*. 1998; 18: 1155-70.
- Lund GB, Trerotola SO, Scheel PJ Jr et al. Percutaneous translumbar inferior vena cava cannulation for hemodialysis. *Am J Kidney Dis*. 1995; 25: 732-7.

29. Kade G, Les J, Buczkowska M et al. Percutaneous translumbar catheterization of the inferior vena cava as an emergency access for hemodialysis – 5 years of experience. *J Vasc Access*. 2014; 15 (4): 306-10.
30. Da Motta-Leal-Filho JM, Carnevale FC, Nasser F et al. Percutaneous transhepatic venous access for hemodialysis: an alternative route for patients with end-stage renal failure. *J Vasc Bras*. 2010; 9 (3): 131-6.
31. Stavropoulos SW, Pan JJ, Clark TW, et al. Percutaneous transhepatic venous access for hemodialysis. *J Vasc Interv Radiol*. 2003; 14: 1187-90.
32. Funaki B, Zaleski GX, Leef JA, et al. Radiologic placement of tunneled hemodialysis catheters in occluded neck, chest, or small thyrocervical collateral veins in central venous occlusion. *Radiology*. 2001; 218: 471-6.
33. Oguz E, Ozturk P, Erkul S et al. Right intra-atrial catheter placement for hemodialysis in patients with multiple venous failure. *Hemodial Int*. 2012; 6: 306-9.
34. Pereira M, Lopez N, Godinho I et al. Life-saving vascular access in vascular capital exhaustion: single center experience in intra-atrial catheters for hemodialysis. *J Bras Nefrol*. 2017; 39 (1): 36-41.

Manejo del acceso vascular para hemodiálisis en fallo

NATALIA MORADILLO RENUNICIO, RUTH FUENTE GARRIDO, MÓNICA HERRERO BERNABÉ, VICTORIA SANTAOLALLA GARCÍA, GONZALO GONZÁLEZ PÉREZ Y MARTA SERNA MARTÍNEZ
Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Universitario de Burgos. Burgos. España

El acceso vascular (AV) para hemodiálisis (HD) es esencial para la supervivencia y calidad de vida del enfermo renal. La permeabilidad de una fístula arterio-venosa (FAV) es significativamente inferior si ha sido rescatada por trombosis en comparación con la reparación electiva de la estenosis antes de que se produzca la trombosis (1). Por tanto, el tratamiento de elección de la trombosis de la FAV no es su repermeabilización, sino su prevención mediante el diagnóstico y tratamiento precoz de la estenosis significativa.

1. ¿QUÉ ES EL ACCESO EN FALLO?, ¿COMO IDENTIFICARLO?

Para calificar a una estenosis como significativa es preciso demostrar una re-

ducción de la luz > 50 % mediante ecografía y/o angiografía, junto con la alteración repetida de uno o varios parámetros de los métodos de cribado. El diagnóstico de estenosis significativa es indicación de tratamiento electivo. Si se diagnostica y corrige a tiempo, puede evitar la subdiálisis y reducir la tasa de trombosis entre el 40 y el 75 % (2). Cada unidad de HD debe mantener un **programa de seguimiento sistemático y protocolizado, con una participación multidisciplinar** (enfermería, nefrología y cirugía vascular) (3). Se monitorizará cada AV de forma mensual si es posible, mediante las técnicas ya explicadas en el capítulo «Métodos de monitorización del acceso vascular» resumidos en la siguiente tabla:

TÉCNICAS DE MONITORIZACIÓN Y VIGILANCIA DE LA FAV:
PRIMERA GENERACIÓN:
1. Monitorización clínica Exploración física Problemas durante la sesión HD Sobrecarga de la FAV nativa por flujo de bomba
2. Presión de la FAV Presión venosa dinámica Presión intra-acceso estática equivalente o normalizada
3. Recirculación de la FAV
4. Disminución inexplicable de la adecuación de diálisis: Kt/v, PRU, Kt.
SEGUNDA GENERACIÓN:
Permiten la estimación no invasiva del flujo del acceso de 2 formas. 1. Directa: Ecografía-Doppler

2. ¿CÚANDO HAY QUE TRATAR?

El concepto de estenosis significativa debe incluir únicamente los AV con **elevado riesgo de trombosis** y, por tanto, tributarios de intervención correctiva. El riesgo de trombosis se estima según los siguientes criterios:

DOS CRITERIOS PRINCIPALES:
–Porcentaje de reducción de la luz vascular > 50 % + ratio de la velocidad sistólica pico > 2.
UNO DE LOS SIGUIENTES CRITERIOS ADICIONALES COMO MÍNIMO:
–Criterio morfológico (diámetro residual < 2 mm). –Criterio funcional: $Q^A < 500$ ml/min en FAV nativa o < 600 ml/min en FAV protésica. Disminución de $Q^A > 25$ % (Si $Q^A < 1000$ ml/min).

Ante una estenosis no significativa (si cumple los 2 criterios principales pero ningún criterio adicional) se recomienda no efectuar intervención electiva, pero si un control estricto mediante métodos de cribado, por el riesgo de progresión a significativa (4).

3. ¿CÓMO HAY QUE TRATAR?

Endovascular: alternativa menos invasiva, con menor morbilidad. No requiere la colocación de un catéter venoso central (CVC) para continuar HD, aunque presenta alta tasa de reestenosis, con la necesidad de procedimientos periódicos.

- *Angioplastia transluminal percutánea (ATP):* dilatación intravascular mediante la utilización de un balón.
- *Balón de alta presión:* (superior a 25-30 atmósferas). Indicados en estenosis sintomáticas que no han respondido a dilatación con balón convencional semi-compliant.
- *Balón de corte (cutting balloon):* incorpora pequeñas cuchillas o aterotomos. El 85 % de

Así se considerará una estenosis como significativa, tanto en FAV nativas (FAVn) como protésicas (FAVp) si cumple con todos los criterios de alto riesgo de trombosis: los 2 principales y 1 adicional como mínimo. En tal caso se recomienda efectuar sin demora una intervención electiva por alto riesgo de trombosis (4).

las estenosis responde satisfactoriamente a ATP con balón convencional (5). En el 15 % restante pueden tener utilidad los balones de alta presión y corte.

- *Balón farmacactivo* (impregnado en placitaxel).
- *Stent no recubierto:* Indicación limitada por ausencia de evidencia sobre supervivencia secundaria de la FAV. Relegado al tratamiento de estenosis con recoil, rotura vascular o disección con estenosis > 30 %. Puede considerarse en recidiva temprana (< 3 meses) tras varias ATP.
- *Stent recubierto o endoprótesis:* mejores resultados en permeabilidad primaria que stents no recubiertos (6) con menor tasa de reintervenciones.

Cirugía abierta: Mejor permeabilidad primaria a medio y largo plazo. Presenta el inconveniente de ser más invasiva, requerir en ocasiones el consumo de capital venoso y la colocación de CVC para HD tras intervención.

La localización de la estenosis es el factor determinante para considerar la opción

terapéutica. Se debe tener en cuenta, no solo la eficacia del tratamiento, sino la comorbilidad y complicaciones que puede llevar asociado.

TIPOS DE ESTENOSIS:

1. **Arterial:** provoca disminución del flujo de la FAV. Se debe a progresión de aterosclerosis existente. El tratamiento endovascular (ATP) presenta baja morbilidad y aceptables resultados, por lo que la cirugía se considera una opción de recurso. La interposición de un bypass de material autólogo presenta excelente permeabilidad a medio y largo plazo (4).
2. **Anastomótica:** suelen deberse a un problema técnico durante realización de la anastomosis. Generan trombosis precoz o déficit de maduración. El tratamiento de elección es la revisión quirúrgica y la corrección del defecto técnico (4).
3. **Yuxtaanastomótica:** desde la anastomosis a 5 cm postanastomosis. Se deben a factores hemodinámicos y respuesta inflamatoria del endotelio. En FAVn la reanastomosis entre la arteria y la vena de salida inmediatamente proximal es la técnica de elección (6). En FAVp la terapia endovascular es menos invasiva y compleja, no agota el lecho venoso y no excluye el procedimiento quirúrgico, por lo que, pese a menor supervivencia primaria puede considerarse una opción igualmente válida a la cirugía. La utilización de endoprótesis podría mejorar la permeabilidad (7).
4. **Del trayecto de punción:** por respuesta al traumatismo mecánico de la canulación. A pesar de que los resultados de la cirugía son mejores en cuanto a permeabilidad (8), se avala el tratamiento percutáneo como primera opción por menor agresividad, ser repetible y no precisar CVC. En FAVn con segmentos aneurismáticos o lesiones tróficas, se sugiere la cirugía como primera línea. No hay evidencia sobre los stents recubiertos para esta indicación (7).
5. **Del arco de la vena cefálica:** Suele deberse a factores hemodinámicos y presenta mala respuesta al tratamiento percutáneo con mayor tasa de complicaciones. Aun así, la ATP se considera la técnica de primera línea, dada su relación coste-beneficio, mínima agresividad y aceptables tasas de permeabilidad asistida. El uso de stents no ha demostrado aumento de la efectividad (6), al igual que los balones de corte (9). La colocación de endoprótesis sí ha demostrado mejora de los resultados respecto a ATP simple (10), pero al tener un coste notoriamente superior, su uso sistemático requiere mayor evidencia. La transposición de la vena cefálica, ha demostrado aumentar la permeabilidad primaria y disminuir la necesidad de reintervención, aunque con evidencia limitada (11).
6. **En venas centrales:** desde subclavia hasta aurícula derecha. Se asocian a uso previo de CVC. Para su confirmación se requiere fistulografía, al estar estos vasos poco accesibles para ED. La complejidad y agresividad de un abordaje quirúrgico, hace que la terapia endovascular con ATP sea de primera elección. El implante de stents no ofrece diferencias significativas en permeabilidad primaria y secundaria (12). Es posible que con el desarrollo de stents específicos para venas, con diámetros y fuerza radial adecuados, los resultados mejoren. Los stents recubiertos tienen resultados prometedores, mejores que los no recubiertos, aunque faltan estudios prospectivos y aleatorizados (13).

Recomendaciones:

- Tratamiento quirúrgico en estenosis yuxtanasotómicas de FAVn, siempre que no requiera la colocación de un CVC (4).
- Tratamiento de estenosis yuxtaanastomóticas de FAVp mediante angioplastia o tratamiento quirúrgico indistintamente (4).
- Se sugiere inicialmente el tratamiento mediante ATP de la estenosis no yuxtaanastomóticas de la FAVn por ser menos invasiva que la cirugía (4).
- Ante la sospecha clínica de estenosis venosa central realizar una fistulografía. Se recomienda como primera opción la terapia endovascular mediante ATP (4).
- Limitar la utilización de stents a casos de fracaso técnico de ATP y recidiva frecuente de la estenosis. Se recomienda no utilizarlos en confluencias venosas (4).
- En las estenosis del arco de la vena cefálica se sugiere el tratamiento inicial mediante ATP. Se puede considerar la colocación de endoprótesis vasculares o la transposición quirúrgica de la vena cefálica (4).

4. ¿Y EN CASO DE TROMBOSIS?

Cuando en exploración clínica se constata ausencia de soplo o frémito a la palpación y auscultación, se debe confirmar la sospecha de trombosis con una prueba de imagen. **Toda FAV trombosada debe evaluarse de forma urgente, realizándose la reperfusión, si se encuentra indicada, en las primeras 48 horas, para evitar la colocación de CVC.** Se debe **realizar una fistulografía para localizar las estenosis y solucionar la causa subyacente, para evitar retrombosis** (14).

TIPOS DE TRATAMIENTO:

1. *Trombectomía endovascular:* tromboaspiración con catéter grueso (7 a 9F) o con dispositivos (AngioJet, Arrow-Tre-trola, Hydroliser)
2. *Trombectomía quirúrgica:* procedimiento más barato. Permite la eliminación del trombo agudo y crónico, así como del existente en segmentos aneurismáticos (15).
3. *Fibrinólisis fármaco-mecánica:* Liberación de fibrinolítico (urocinasa o rt.PA), con o sin utilización del sistema puls-spray. Tras conseguir reperfusión parcial, se procede a trombectomía y ATP del trombo. Requiere tiempo más largo para la realización del procedimiento.

Existe moderada mejor permeabilidad primaria de la cirugía respecto al tratamiento endovascular en la trombosis de la FAVn secundaria a estenosis yuxtaanastomóticas. En las trombosis de FAVn no yuxtaanastomóticas, tanto el tratamiento endovascular como quirúrgico presenta alta tasa de éxito, sin evidencia que permita recomendar una alternativa determinada (4).

En FAVp la trombosis suele ser secundaria a una estenosis en la anastomosis venosa. Se puede tratar de forma endovascular o quirúrgica. Numerosos estudios han evaluado ambos métodos sin diferencias significativas (16). Una combinación de ambos puede ser realmente beneficiosa. La utilización de stents es muy controvertida con pobres resultados. Respecto a las endoprótesis, presentan mejor permeabilidad primaria que la PTA aislada a 6 meses (36 % versus 24 %), aunque peores resultados que en el tratamiento de la estenosis previa a la trombosis (17). Las trombosis debidas a estenosis en la vena axilar, por la complejidad técnica de la exposición quirúrgica, son tratadas de forma percutánea como primera elección (4).

Recomendaciones:

- Se recomienda intervención electiva en la FAV disfuncionante con estenosis frente a la intervención post-trombosis (4).
- Tratamiento quirúrgico inicialmente en la FAVn con trombosis secundaria a estenosis yuxtaanastomótica, siempre que no requiera colocación de CVC (4). En las trombosis no asociadas a estenosis yuxtaanastomótica, se recomienda repermeabilización quirúrgica o endovascular, pudiendo utilizarse dispositivos de trombectomía mecánica o por aspiración (4).
- Intentar la repermeabilización de FAVp mediante cirugía o tratamiento endovascular (4).
- Intentar la repermeabilización de la FAV frente a la realización de una nueva y colocación de un CVC, al asociarse con menor coste sanitario, tasa de hospitalización y morbilidad (4).

BIBLIOGRAFÍA

1. Lipari G, Tessitore N, Poli A, Bedogna V, Impedovo A, Lupo A, et al. Outcomes of surgical revision of stenosed and thrombosed forearm arteriovenous fistulae for hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant.* 2007; 22: 2605-12.
2. NFK/DOQI. Clinical Practice Guidelines for Vascular Access. *Am J Kidney Dis.* 2006; 48 Suppl 1: S176-273.
3. Roca-Tey R. Vigilancia y seguimiento del acceso vascular: indicaciones, cuidados y métodos de monitorización. Situación actual del acceso vascular en Cataluña. En: Collado S, Pascual J, coordinadores. *Avances en diálisis.* Barcelona: Publicaciones Permanyer; 2012. p. 49-59.
4. Guía clínica española para el acceso vascular para hemodiálisis. Ibeas et al. (2017), *Nefrología*, 37, 1-191.
5. Aftab SA, Tay KH, Irani FG, Gong Lo RH, Gogna A, Haaland B, et al. Randomized clinical trial of cutting balloon angioplasty versus high-pressure balloon angioplasty in hemodialysis arteriovenous fistula stenoses resistant to conventional balloon angioplasty. *J Vasc Interv Radiol.* 2014; 25: 190-8.
6. Carmona J, Rits Y, Jones B, Dowers L, Bednarski D, Rubin JR. Patency of the Viabahn stent graft for the treatment of outflow stenosis in hemodialysis grafts. *Am J Surg.* 2016; 211: 551-4.
7. 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; 362: 494-503.
8. De Rango P, Parente B, Cieri E, Bonanno P, Farchioni L, Manzone A, et al. Percutaneous approach in the maintenance and salvage of dysfunctional autologous vascular access for dialysis. *J Vasc Access.* 2012; 13: 381-7.
9. Heerwagen ST, Lönn L, Schroeder TV, Hansen MA. Cephalic arch stenosis in autogenous brachiocephalic hemodialysis fistulas: results of cutting balloon angioplasty. *J Vasc Access.* 2010; 11: 41-5.
10. Shawyer A, Fotiadis NI, Namagondlu G, Iyer A, Blunden M, Raftery M, et al. Cephalic arch stenosis in autogenous haemodialysis fistulas: treatment with the viabahn stent-graft. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2013; 36: 133-9.
11. Kian K, Unger SW, Mishler R, Schon D, Lenz O, Asif A. Role of surgical intervention for cephalic arch stenosis in the «fistula first» era. *Semin Dial.* 2008; 21: 93-6.
12. Kim YC, Won JY, Choi SY, Ko HK, Lee KH, Lee do Y, et al. Percutaneous treatment of central venous stenosis in hemodialysis patients: long-term outcomes. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2009; 32: 271-8.
13. Anaya-Ayala JE, Smolock CJ, Colvard BD, Naoum JJ, Bismuth J, Lumsden AB, et al. Efficacy of covered stent placement for central venous occlusive disease in hemodialysis patients. *J Vasc Surg.* 2011; 54: 754-9.
14. Ito Y, Sato T, Okada R, Nakamura N, Kimura K, Takahashi R, et al. Comparison of clinical effectiveness between surgical and endovascular treatment for thrombotic obstruction in hemodialysis access. *J Vasc Access.* 2011; 12: 63-6.
15. Cull DL, Washer JD, Carsten CG, Keahey G, Johnson B. Description and outcomes of a simple surgical technique to treat thrombosed autogenous accesses. *J Vasc Surg.* 2012; 56: 861-5.
16. Barth KH, Gosnell MR, Palestiant AM, Martin LG, Siegel JB, Matalon TA, et al. Hydrodynamic thrombectomy system versus pulse-spray thrombolysis for thrombosed hemodialysis grafts: a multicenter prospective randomized comparison. *Radiology.* 2000; 217: 678-84.
17. Vesely T, DaVanzo W, Behrend , Dwyer A4, Aruny J. Balloon angioplasty versus Viabahn stent graft for treatment of failing or thrombosed prosthetic hemodialysis grafts. *J Vasc Surg* 2016 Nov; 64 (5): 1400-10.

Papel de la ecografía Doppler en el manejo de la fístula arterio-venosa en fallo

ISABEL ESTÉVEZ, M.^a ANTONIA IBÁÑEZ, LILIANA DOMINGOS, ENRIQUE SAN NORBERTO, DIANA GUTIÉRREZ, MIGUEL MARTÍN-PEDROSA, NOELIA CENIZO, CINTIA FLOTA Y CARLOS VAQUERO
Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Renal Crónica se trata de una patología con elevada morbimortalidad cada vez más prevalente en nuestro medio. Se estima que un 10 % de la población española presenta esta enfermedad en alguno de sus estadios. En las últimas décadas hemos asistido a un crecimiento exponencial del número de pacientes que precisan tratamiento renal sustitutivo: desde aproximadamente 91 pacientes por millón y año en 1991 a 142 en 2017. Cada año, se incluyen 6000 nuevos pacientes en los programas de hemodiálisis (HD) en España, lo que conlleva unos costes directos de más de 800 millones de euros (1, 2).

La esperanza de vida de este creciente número de pacientes pasa por la creación y mantenimiento de un acceso vascular para hemodiálisis. Existen tres tipos principales de acceso: las fístulas arteriovenosas autólogas o nativas (FAVn), protésicas (FAVp), y los catéteres venosos. Las FAVn se consideran el acceso de elección, ya que presentan las menores tasas de morbimortalidad con una menor incidencia de infección, síndrome de robo y otras complicaciones, así como una mayor permeabilidad a largo plazo.

Sin embargo, las FAVn presentan un importante hándicap, su elevada tasa de fallo primario. En el metanálisis de Al-Jaishi *et al.* en el que se incluyen 46 trabajos publicados entre 2000 y 2012 con 12383 FAV, los autores destacan dos importantes hallazgos: entre un

cuarto y un tercio de las FAVn fallan antes de haber sido utilizadas, con un mayor riesgo en pacientes ancianos y en localización distal; por otro lado, al año de su creación, el 40 % de los accesos habrán requerido, al menos, una intervención (3).

El fallo de un acceso de hemodiálisis supone un gran impacto tanto en la calidad como en la propia esperanza de vida del paciente en hemodiálisis. Es por ello, que cada vez existe un mayor interés en la optimización de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las fístulas en fallo. En este sentido se han creado guías de práctica clínica, como las conocidas guías KDOQI (clinical practice guidelines of the National Kidney Foundation Dialysis Outcomes Quality Initiative), nacidas en 2002 y de referencia internacional; así como la reciente Guía Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis de 2017 (4, 5).

La trombosis irreversible de una FAV conlleva unas consecuencias catastróficas para el paciente en hemodiálisis. Por otro lado, el intento de repermeabilización de una trombosis completa del acceso, en muchas ocasiones es infructuoso. Además, se ha demostrado que la permeabilidad secundaria tras la repermeabilización de una trombosis es mucho menor que tras la repermeabilización de una estenosis (6, 7).

La causa más frecuente de trombosis es la estenosis severa de la fístula. Por ello, ha de considerarse que el mejor tratamiento de una trombosis no es su rescate, sino su

prevención, lo cual pasa por el diagnóstico y tratamiento precoz de la estenosis significativa (5). Es en este punto donde la Ecografía-Doppler adquiere un papel fundamental como herramienta para el seguimiento y diagnóstico precoz de las fístulas en fallo.

En el presente capítulo se pretende desgranar los puntos clave de la utilización de la Ecografía-Doppler en el manejo de las fístulas en fallo basándose en las recomendaciones de las Guías de Práctica Clínica actuales.

Dentro de las técnicas de monitorización y vigilancia de la FAV, la Ecografía-Doppler pertenece a las llamadas técnicas de segunda generación junto a las técnicas dilucionales

(Tabla 1). Estas técnicas permiten estimar, de manera no invasiva, el flujo de la fístula (Q_A), parámetro que será determinante para el diagnóstico de estenosis significativa así como para la indicación de tratamiento. Estas técnicas de monitorización, tanto de primera como de segunda generación, han de ser incluidas en los programas multidisciplinarios y no deben considerarse excluyentes sino complementarias. En su conjunto ofrecen un análisis prospectivo de la fístula mediante la realización de un registro individual de la misma, ya que el análisis de la evolución de estos parámetros puede ser más importante que los valores concretos que presentan en cada caso (5, 8, 9).

Tabla 1
TÉCNICAS DE MONITORIZACIÓN Y VIGILANCIA DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA

1. Técnicas de Primera Generación
<ul style="list-style-type: none"> a) Monitorización Clínica b) Presión de la FAV c) Recirculación de la FAV d) Disminución inexplicable de la adecuación de la diálisis
2. Técnicas de Segunda Generación, permiten determinar el flujo de la FAV de dos posibles maneras:
<ul style="list-style-type: none"> a) Directa: Ecografía Doppler b) Indirecta: métodos de cribado dilucionales

TÉCNICA ECOGRÁFICA

El estudio ecográfico (5, 10, 11, 12) se realiza habitualmente con una sonda lineal multifrecuencia entre 7,5 y 12,5 MHz. Ha de buscarse una posición cómoda para paciente y explorador, ya sea con el paciente en decúbito supino o sedestación, habitualmente colocando la extremidad superior a estudio sobre las rodillas del explorador y con unos 45° de abducción. El explorador debe situarse en el mismo lado que la extremidad explorada.

De forma sistemática ha de estudiarse de manera transversal y longitudinal la arteria aferente, la anastomosis arteriovenosa y la vena eferente. Se debe explorar asimismo

el trayecto arterial desde la arteria subclavia hasta la anastomosis. El espacio perivascular debe rastrearse en busca de estructuras que puedan producir una estenosis funcional extraluminal, como colecciones, hematomas o seromas. Se valorará el nivel de profundidad del acceso en todo el trayecto, identificando las zonas de difícil punción, aquellas de más de 6 mm de profundidad.

La exploración comienza con el estudio en modo B (Fig. 1). Este estudio ofrece importante información desde el punto de vista morfológico:

- Valoración de la pared y los diámetros vasculares

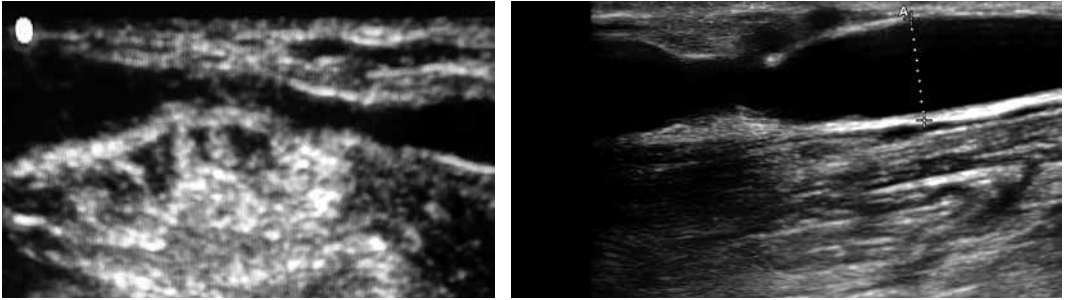


Fig. 1. Estudio en modo B de fístula arteriovenosa con estenosis.

- Diámetro y morfología de la anastomosis
- Presencia de elementos extrínsecos como hematomas, edema o seromas
- Desarrollo de aneurismas o pseudoaneurismas en los puntos de punción
- Estenosis morfológicas
- Venas colaterales permeables que puedan robar flujo a la vena eferente
- Tortuosidad
- Presencia de trombosis

A continuación, se completa la evaluación de la FAV con el estudio Doppler (Fig. 2), tanto con el estudio color como el análisis espectral (con un ángulo de insonación $<60^\circ$). El estudio Doppler ofrece valiosa información hemodinámica de la FAV:

- Morfología de la curva doppler
- Velocidad picosistólica (VPS)
- Velocidad diastólica (VD)
- Índice de Resistencia (IR)
- Índice de Pulsatilidad (IP)
- Flujo sanguíneo (Q_A)

El estudio siempre debe completarse con la valoración de las venas centrales. Una posible causa de fallo es la presencia de estenosis venosas centrales que no han sido diagnosticadas antes de la realización de la FAV. Se debe sospechar la presencia de estenosis venosa central en todo paciente que haya tenido varios catéteres venosos centrales o durante tiempo prolongado. Clínicamente el paciente puede presentar colateralidad venosa en tronco y extremidad superior así como edema en la misma que aumenta con una FAV funcionante. La Ecografía Doppler puede ser de ayuda en el diagnóstico, aunque la visibilidad de los vasos centrales es limitada por lo que en ocasiones es preciso la realización de una flebografía (13).

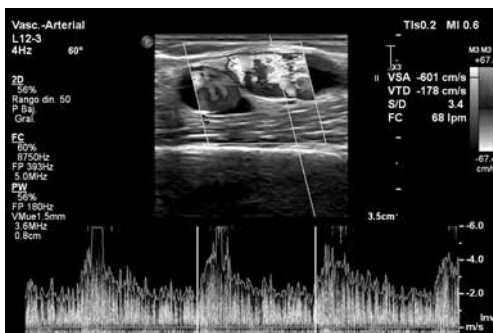


Fig. 2. Estudio Doppler color de fístula arteriovenosa con medición de velocidades.

PRESTACIONES

Frente a otras técnicas de monitorización, la ecografía Doppler ofrece importantes prestaciones. En primer lugar, es un método

sencillo que se puede realizar incluso en la misma sala de hemodiálisis con un ecógrafo portátil cuando existe sospecha de fallo de la fístula. Cuando las técnicas de primera generación están alteradas o se ha observado un descenso del flujo calculado mediante los métodos dilucionales, el estudio puede completarse con una ecografía Doppler que ofrecerá importante información (14).

La Ecografía-Doppler permite una vigilancia reglada de la morfología de la FAV con la visualización directa de estenosis, pseudoaneurismas, etc.

Desde el punto de vista hemodinámico (15), permitirá la valoración de parámetros que se consideran determinantes para el diagnóstico de estenosis o falta de maduración como son las velocidades sistólica y diastólica así como el cálculo del flujo de la fístula. Los

datos necesarios para la medición del flujo son el diámetro del vaso y el promedio de la velocidad media, que en los dispositivos habitualmente viene como TAVmean o TAMEAN (*time averaged mean velocity*). Es fundamental no olvidar que el ángulo de insonación debe ser menor de 60° (entre 30° y 60°). El tamaño de la muestra debe ser lo suficientemente amplio para cubrir la luz del vaso, aunque también hay autores que aconsejan que comprenda entre el 50 y el 70 % de la luz para evitar las interferencias producidas por la vibración de la pared del vaso (8). Los dispositivos actuales por lo general disponen de un software que hace el cálculo automáticamente al introducir el diámetro y la TAV. Por último, es recomendable realizar la medición de 3 flujos y obtener la media para intentar evitar la variabilidad (16, 17). La fórmula en que se basa es la siguiente:

$$Q_A(\text{ml/min}) = \text{Promedio velocidad media(m/s)} \times \text{área transversal}(\text{mm}^2) \times 60$$

Cuando una FAV falla por la presencia de una estenosis, la Ecografía-Doppler permite tanto la confirmación de dicha estenosis como su localización y cuantificación. La cuantificación es muy importante, pues determinará el tratamiento de las estenosis significativas y el seguimiento de las no significativas mediante Ecografía-Doppler (5). En los lugares en que se modifica el diámetro de la luz, se produce siempre una aceleración de la velocidad que puede

dar lugar al fenómeno de *aliasing*. Es un artefacto que aparece cuando el PRF es menor que el doble de la frecuencia más alta de la señal Doppler, como sucede en las áreas turbulentas de alta velocidad de las estenosis. En el caso de detectarse una estenosis, se medirá el porcentaje que representa sobre la luz normal. Para el cálculo de la estenosis se compara el diámetro mínimo intraluminal con el diámetro normal del segmento próximo de la fístula (Ibeas):

$$\% \text{ estenosis: luz original} - \text{luz residual/luz original} \times 100$$

Cuando se ha producido la trombosis de la fístula, la Ecografía Doppler es el mejor método no invasivo para su diagnóstico. Existen criterios directos (ausencia de flujo, ausencia de compresibilidad, visualización del trombo con ecogenicidad variable según su tiempo de evolución) e indirectos (onda de alta resistencia en arteria aferente o bajo flujo en la fístula) (18, 19).

Otras de las situaciones en las que la ecografía es de gran utilidad es en la situación de robo. Desde el punto de vista etiopatogénico se contemplan tres posibles formas de síndrome de robo: alto flujo secundario a una anastomosis de grandes dimensiones (> 1600 ml/min), estenosis arterial con reducción del aporte de flujo, y fracaso del lecho vascular del antebrazo habitualmente por la presencia

de patología aterosclerótica. La ecografía será de utilidad tanto para determinar la causa del robo como planificar una estrategia de tratamiento (20).

En muchas ocasiones, el problema de funcionamiento de una fístula nativa no es el desarrollo de una estenosis sino su falta de maduración. En este sentido la ecografía presenta una gran utilidad. Por ello, en el caso de que la exploración física genere dudas en la maduración de la fístula, deberá realizarse una exploración ecográfica, considerada prueba de elección. Un diámetro de 4 mm con un flujo de 500 ml se ha establecido como criterio de maduración. En una fase posterior, el acceso ideal es el que cumplirá la «regla de los 6»: no más de 6 mm de profundidad, al menos 6 mm de diámetro y con un flujo mínimo de 600 ml/min (12).

Por último, la ecografía permite valorar la presencia de alteraciones extrínsecas que puedan condicionar el mal funcionamiento o fallo de la fístula como la presencia de edema, seromas o hematomas; así como posibles pseudoaneurismas anastomóticos o aneurismas.

CRITERIOS DE ESTENOSIS SIGNIFICATIVA Y FALTA DE MADURACIÓN

Con el objetivo de determinar qué fistulas en fallo han de ser tratadas y cuáles se deben someter a seguimiento, las Guías de Práctica Clínica han establecido una serie de criterios, morfológicos y funcionales) para el diagnóstico de estenosis significativa (Fig. 3) (5, 12):

- Criterios morfológicos:
 - o Reducción luz vascular $\geq 50\%$
- Criterios funcionales:
 - o La presencia de un fenómeno de “Aliasing” pronunciado como flujo turbulento ha de hacer sospechar, no diagnosticar, la presencia de estenosis significativa.
 - o $VPS \geq 400$ cm/s

- o Ratio VPS > 2 . Este ratio consiste en el cociente entre la velocidad de la fístula en la zona de la estenosis y la zona anterior a la misma.
- o Onda doppler de alta resistencia en arteria humeral o $IR > 0,6$
- o Valores absolutos de Q_A en arteria humeral < 500 ml/min en FAVn y < 600 ml/min en FAVp o bien una disminución temporal de $Q_A > 25\%$.

Los criterios de falta de maduración serían:

- Criterios morfológicos:
 - o Diámetro < 4 mm
- Criterios funcionales:
 - o $Q_A < 500$ ml/min



Fig. 3. Estudio Doppler de FAV con estenosis significativa donde se observa una VPS mayor de > 400 cm/s y un ratio de VPS > 2

COMPARACIÓN CON OTRAS TÉCNICAS

En primer lugar, se puede comparar la utilidad de la ecografía frente a los métodos dilucionales en la determinación del flujo de la fístula. Actualmente no existen estudios que comparen ambos grupos de técnicas en cuanto a parámetros de la fístula (supervivencia, permeabilidad o trombosis), efectos adversos o mortalidad. Los estudios realizados se han centrado en los resultados de las distintas técnicas o en la concordancia de los resultados entre ellas. Múltiples estudios han demostrado una elevada concordancia en la medición del Q_A entre la Ecografía Doppler y las técnicas dilucionales, tanto dilución por ultrasonidos como termodilución. Es por ello, que las guías actuales recomiendan utilizar indistintamente la Ecografía Doppler o los métodos dilucionales ya que ofrecen un rendimiento similar en la determinación del flujo. La utilización de uno u otro dependerá de la disponibilidad y experiencia de cada centro (21-26).

Tras analizar las ventajas y elevado rendimiento de la Ecografía Doppler, cabe plantear si esta técnica ha desbancado a la fistulografía como *Gold standard* en el diagnóstico de la fístula en fallo. En este sentido, la Guía Española del Acceso Vascular ha realizado un metanálisis en el que se han incluido 4 estudios (755 pacientes) que proporcionan datos completos para poder calcular la sensibilidad y especificidad de la Ecografía Doppler reglada frente a la fistulografía, para el diagnóstico de confirmación de la estenosis significativa de la FAV en pacientes con sospecha clínica de estenosis (5, 27-30). En este análisis encuentran que la Ecografía Doppler presenta una sensibilidad del 89,3% (IC 95% 84, 7-92, 6) y una Especificidad del 94,7% (IC 95% 91, 8-96 ,6). Estos valores son elevados aunque insuficientes, pues una técnica que deja un 10% de casos sin diagnosticar no puede considerarse *gold standard*.

Por otro lado, cabe destacar que la fistulografía ofrece un diagnóstico preciso con una

valoración de todo el lecho vascular incluidos los vasos centrales y permite el tratamiento endovascular de algunas de las lesiones detectadas. Sin embargo, se trata de una técnica invasiva en la que es preciso la utilización de radiación ionizante y contrastes iodados, que en casos de prediálisis puede empeorar la función renal por nefrotoxicidad. Además, la fistulografía no ofrece información funcional de la fístula ni valora los tejidos blandos adyacentes.

Por todo ello, a pesar de no considerarse *gold standard*, las Guías de Práctica Clínica recomiendan el uso de la Ecografía Doppler como técnica de primera elección en manos de un explorador experto, sin necesidad de fistulografía confirmatoria, para indicar el tratamiento electivo para toda sospecha de estenosis significativa. Se recomienda reservar la fistulografía como exploración diagnóstica de imagen únicamente para los casos de resultado no concluyente de la Ecografía Doppler y sospecha persistente de estenosis significativa. Además, la fistulografía puede estar indicada cuando se sospechan lesiones centrales, en los casos de estenosis confirmadas mediante ecografía susceptibles de tratamiento endovascular y en aquellos casos en los que la ecografía es negativa pero persiste una elevada sospecha clínica (5).

ECO-DOPPLER EN EL SEGUIMIENTO DE LAS FAV

Cuando se plantea la utilidad de realizar Ecografía Doppler como seguimiento de todas la fístulas arteriovenosas es preciso diferenciar entre fístulas nativas y fístulas protésicas.

La monitorización clínica por medio del examen físico es una prueba con alta sensibilidad y una aceptable especificidad, que proporciona altos valores predictivos positivos y negativos para el diagnóstico de la estenosis significativa de la FAVn. La vigilancia activa

mediante los métodos dilucionales y la Ecografía Doppler disminuye el riesgo de trombosis y la necesidad de utilizar catéteres venosos centrales para la hemodiálisis. En el estudio de Tonelli *et al.* (31) en el que se realiza una revisión en la que se incluyen varios metanálisis los autores concluyen que la vigilancia con Ecografía Doppler disminuye el riesgo de trombosis y alarga el tiempo hasta la misma de las fístulas que se trombosan. Por otro lado, después de analizar los criterios funcionales escogidos para el diagnóstico de la estenosis en diversos ensayos clínicos controlados y no controlados, así como estudios observacionales, Tessitore *et al.* (32) llegaron a la conclusión de que la vigilancia de la FAVn mediante determinaciones de Q_A disminuye de forma significativa el riesgo de trombosis. Por último, en la actualidad se está realizando en España el estudio METTRO (33) un ensayo clínico controlado y multicéntrico en el que, de manera preliminar, se ha observado una menor tasa de trombosis y una mayor permeabilidad primaria asistida en las fístulas sometidas a vigilancia mediante métodos de segunda generación.

Por ello, las guías clínicas recomiendan la vigilancia activa de las fístulas nativas mediante técnicas de segunda generación. Sin embargo, no existen estudios coste-efectividad que habría que realizar en cada medio sanitario ni tampoco hay evidencia suficiente para establecer con qué periodicidad han de realizarse estos estudios.

Por otro lado, en cuanto a las fístulas protésicas, el mismo estudio de Tonelli *et al.* (31) observa que no existen diferencias en el riesgo de trombosis y supervivencia entre las fístulas protésicas que se someten a vigilancia mediante métodos de segunda generación frente a las que no. No existe beneficio en la vigilancia activa con Eco-doppler de las FAVp y por ello, las guías recomiendan su monitorización solo mediante técnicas de segunda generación.

ECO-DOPPLER EN LA FAV EN FALLO

Una vez que se ha diagnosticado la estenosis en una fístula, ¿cuál es el papel de la Ecografía Doppler en la prevención de la trombosis?

Actualmente se considera que solo deben tratarse las estenosis significativas, pues son éstas las que tienen un mayor riesgo de trombosis. En este sentido, la Ecografía Doppler tiene un papel fundamental, pues va a determinar qué fístulas, tanto nativas como protésicas, van a ser subsidiarias de tratamiento electivo (significativas) y cuáles a seguimiento (no significativas) y se va a encargar de dicho seguimiento.

Según los datos actuales, la optimización de los métodos de vigilancia de la FAV, tanto para FAVn como para FAVp, se produciría a través de la redefinición del concepto de estenosis significativa (34). De esta forma, además de los criterios de estenosis, según la vigente guía KDOQI, habría que constatar la repercusión hemodinámica de la estenosis y añadir algunos *criterios adicionales*, tanto morfológicos como funcionales, con poder predictivo suficiente para discernir si una FAVn o una FAVp con estenosis tiene un riesgo alto o bajo de trombosis (35). Estos criterios son:

- Dos criterios principales: porcentaje de reducción de la luz vascular $> 50\%$ + ratio de PVS > 2 .
- Uno de los siguientes criterios adicionales como mínimo: criterio morfológico (diámetro residual < 2 mm) o criterio funcional (Q_A [ml/min] < 500 [FAVn]-600 [FAVp]) o un descenso de $Q_A > 25\%$, si $Q_A < 1.000$ ml/min).

En resumen, se recomienda considerar estenosis significativa aquella estenosis en fístula nativa o protésica que cumpla los dos criterios principales y al menos uno de los adicionales, en cuyo caso ha de realizarse

intervención electiva mediante técnica endovascular o cirugía abierta. Si la estenosis no cumple dichos criterios, no ha de considerarse como significativa, recomendándose su seguimiento estricto mediante técnicas de segunda generación por el riesgo de progresión a significativa (5).

CONCLUSIONES

La Ecografía Doppler es una técnica no invasiva que ofrece grandes ventajas y prestaciones en el manejo de la fístula en fallo. Su papel es fundamental tanto en el diagnóstico de la causa de fallo (estenosis, trombosis, causas extrínsecas, robo...) como en su seguimiento, así como en la determinación de la necesidad de tratamiento. Los criterios ecográficos rigen la definición vigente de la estenosis significativa determinando qué fístulas serán subsidiarias de tratamiento y cuáles de seguimiento. Aunque no puede considerarse *gold standard* frente a la fistulografía, las guías actuales señalan la Ecografía Doppler como técnica de primera elección en el abordaje de la fístula en fallo.

BIBLIOGRAFÍA

- Informe de diálisis y trasplante renal en Españaa 2016. Registro Español de Enfermos Renales. Congreso Nacional de la Sociedad Española de Nefrología, Burgos, 2017.
- Jiménez P, Gruss E, Lasala M, del Riego S, López G, Rueda J et al. Reparación quirúrgica urgente de las fistulas arteriovenosas para hemodiálisis trombosadas. Repercusión económica de la implantación de un protocolo de actuación en un área sanitaria. *Nefrología* 2014;34:377-82.
- Al-Jaishi A, Oliver M, Thomas S, Lok C, Zhang C, Garg A et al. Patency rates of the arteriovenous fistula for hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis* 2014;63:464-478.
- K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002;39(2 Suppl 1):S1-266.
- Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis. *Nefrología* 2017; 37(Supl 1):I-192.
- García Medina J, Lacasa Pérez N, Muray Cases S, Pérez Garrido I, García Medina V. Accesos vasculares para hemodiálisis trombosados: rescate mediante técnicas de radiología vascular intervencionista. *Nefrología*. 2009;29:249-55.
- Gruss E, Portolés J, Jiménez P, Hernández T, Rueda JA, Del Cerro M, et al. Seguimiento prospectivo del acceso vascular en hemodiálisis mediante un equipo multidisciplinario. *Nefrología*. 2006;26:703-10.
- NFK/DOQI. Clinical Practice Guidelines for Vascular Access. *Am J Kidney Dis*. 2006;48 Suppl 1:S176-273.
- Tessitore N, Bedogna V, Melilli E, Millardi D, Mansueto G, Lipari G, et al. In Search of an Optimal Bedside Screening Program for Arteriovenous Fistula Stenosis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6:819-26.
- Fontcuberta J, Díaz-Tejero R. Accesos vasculares. En: Fontcuberta J. *Eco-Doppler Vascular. Las aplicaciones prácticas del eco-Doppler color en los Laboratorios Vasculares actuales*. Barcelona;2010:560-610.
- Fontcuberta J. Accesos Vasculares. En: Exploración eco-doppler en patología vascular. J. Fontcuberta (coord.). Barcelona: Viguera Editores SL; 2009:243-318.
- Ibeas López J, Vallespín Aguado J. Ecografía del acceso vascular para hemodiálisis: conceptos teóricos y prácticos. *Criterios. Nefrología Sup Ext* 2012;3(6):21-35.
- Jennings WC, Miller GA, Coburn MZ, Howard CA, Lawless MA. Vascular access flow reduction for arteriovenous fistula salvage in symptomatic patients with central venous occlusion. *J Vasc Access*. 2012;13:157-62.
- Scaffaro LA, Bettio JA, Cavazzola SA, Campos BT, Burmeister JE, Pereira RM, et al. Maintenance of hemodialysis arteriovenous fistulas by an interventional strategy. *Clinical and Duplex ultrasonographic surveillance followed by transluminal angioplasty. J Ultrasound Med*. 2009;28:1159-65.
- Roca-Tey R, Rivas A, Samon R, Ibric O, Viladoms J. Study of vascular access (VA) by color Doppler ultrasonography (CDU). Comparison between Delta-H and CDU methods in measuring VA blood flow rate. *Nefrología*. 2005;25:678-83.
- Napoli M, Russo F, Pati C. En: *AVF Monitoring. Echo Color Doppler & Vascular Accesses for hemodialysis*. Milano:Wichtig Editore; 2011:46-66.
- Kohler T, Mráz B. En: *Dialysis access procedures. Duplex Scanning in vascular disorders*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010:350-83.
- Wiese P, Nonnast-Daniel B. Colour Doppler ultrasound in dialysis access. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19(8):1956-63.
- Napoli M, De Pascalis A, Montagna C. En: *Steno-thrombotic complications of AVF. Echo Color Doppler & Vascular Accesses for hemodialysis*. Milano:Wichtig Editore; 2011:67-86.
- Napoli M, Tondo S, Montagna E. En: *Major complications of AVF. Echo Color Doppler & Vascular Accesses for hemodialysis*. Milano:Wichtig Editore; 2011:87-103.

21. Weitzel WF, Rubin JM, Leavey SF, Swartz RD, Dhingra RK, Messana JM. Analysis of variable flow Doppler hemodialysis access flow measurements and comparison with ultrasound dilution. *Am J Kidney Dis.* 2001;38:935-40.
22. Lopot F, Nejedlý B, Sulková S, Bláha J. Comparison of different techniques of hemodialysis vascular access flow evaluation. *Int J Artif Organs.* 2003;26:1056-63.
23. Schwarz C, Mitterbauer C, Boczula M, Maca T, Funovics M, Heinze G, et al. Flow monitoring: performance characteristics of ultrasound dilution versus color Doppler ultrasound compared with fistulography. *Am J Kidney Dis.* 2003;42:539-45.
24. Lin CC, Chang CF, Chiou HJ, Sun YC, Chiang SS, Lin MW, et al. Variable pump flow-based Doppler ultrasound method: a novel approach to the measurement of access flow in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol.* 2005;16:229-36.
25. Fontseré N, Mestres G, Barrufet M, Burrel M, Vera M, Arias M, et al. Aplicación práctica de la termodilución frente a la ecografía-Doppler en la medición del flujo del acceso vascular. *Nefrología.* 2013;33:325-32.
26. Sacquépée M, Tivollier JM, Doussy Y, Quirin N, Valéry JC, Cantin JF. Comparison of different techniques of hemodialysis vascular access flow evaluation: blood temperature monitoring thermodilution and Doppler debimetry. *Nephrol Ther.* 2012;8:96-100.
27. Moreno Sánchez T, Martín Hervás C, Sola Martínez E, Moreno Rodríguez F. Valor de la ecografía Doppler en la disfunción de los accesos vasculares periféricos para hemodiálisis. *Radiología.* 2014;56:420-8.
28. Salman L, Ladino M, Alex M, Dhamija R, Merrill D, Lenz O, et al. Accuracy of Ultrasound in the Detection of Inflow Stenosis of Arteriovenous Fistulae: Results of a Prospective Study. *Semin Dial.* 2010;23:117-21.
29. Doelman C, Duijm LE, Liem YS, Froger CL, Tielbeek AV, Donkers-van Rossum AB, et al. Stenosis detection in failing hemodialysis access fistulas and grafts: comparison of color Doppler ultrasonography, contrast-enhanced magnetic resonance angiography, and digital subtraction angiography. *J Vasc Surg.* 2005;42:739-46.
30. Cansu A, Soyuturk M, Ozturk MH, Kul S, Pulathan Z, Dinc H. Diagnostic value of color Doppler ultrasonography and MDCT angiography in complications of hemodialysis fistulas and grafts. *Eur J Radiol.* 2013;82:1436-43.
31. Tonelli M, James M, Wiebe N, Jindal K, Hemmelgarn B. Ultrasound monitoring to detect access stenosis in hemodialysis patients: a systematic review. *Am J Kidney Dis.* 2008;51: 630-40.
32. Tessitore N, Bedogna V, Verlato G, Poli A. The Rise and Fall of Access Blood Flow Surveillance in Arteriovenous Fistulas. *Semin Dial.* 2014;27:108-18.
33. Aragoncillo I, Amézquita Y, Caldés S, Abad S, Vega A, Cirugeda A, et al. The impact of access blood flow surveillance on reduction of thrombosis in native arteriovenous fistula: a randomized clinical trial. *J Vasc Access.* 2016;17:13-9.
34. Kudlicka J, Kavan J, Tuka V, Malik J. More precise diagnosis of access stenosis: ultrasonography versus angiography. *J Vasc Access.* 2012;13:310-4.
35. Malik J, Kudlicka J, Novakova L, Adamec J, Malikova H, Kavan J. Surveillance of arteriovenous accesses with the use of duplex Doppler ultrasonography. *J Vasc Access.* 2014;15 Suppl 7:S28-32.

Complicaciones de los accesos de hemodiálisis

CARLOS VAQUERO, LOURDES DEL RÍO, ISABEL DEL BLANCO, ENRIQUE SAN NORBERTO, ÁLVARO REVILLA, LAURA SAIZ E ISABEL ESTÉVEZ

Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

El acceso de hemodiálisis, se puede considerar un dispositivo biológico creado fundamentalmente para obtener sangre a alto débito y devolverla al organismo una vez dializada. Hay que considerar que el acceso es una herramienta biológica que sufre evolución y se ve afectada por los procesos patológicos que puede sufrir el paciente.

Por otro lado, la creación del acceso es para su uso y el mismo hace que el acceso se deteriore con el tiempo. Todo tipo de factores pueden influir sobre el acceso y el mismo está expuesto a múltiples complicaciones. Entre las más relevantes podríamos considerar:



DILATACIÓN ANEURISMÁTICA

Es una complicación relativamente frecuente, sobre todo en accesos de larga evolución. Las condiciones hemodinámicas de las conexiones arterio-venosas hacen que el flujo que fluya a través de la conexión de arteria y vena sea turbulento, con alteraciones locales de presión y alteraciones de la pared del vaso. Por otro lado, la estructura morfológica de la vena, está diseñada para soportar presiones venosas y no arteriales

por lo que el flujo arterial que discurre por ella hace alterar la pared por un lado arterializando la misma, y por otro, que las estructuras produzcan dilataciones del conducto que pueden llegar a formar aneurismas, generalmente no único, si no más bien con un perfil arrosariado en largos segmentos de la vena.

Estas formaciones aparecen en pacientes que ya no precisan el acceso al estar ya trasplantados pero que se mantiene las mismas condiciones hemodinámicas por largo tiempo.

TROMBOSIS

La trombosis del acceso es una complicación relativamente frecuente que suele proporcionar el mayor porcentaje de urgencias sobre los accesos. La trombosis se produce con el cierre o oclusión del injerto por material trombotico generado *in situ*, a veces por alteraciones de los conductos arteriales o venosos del acceso, por el traumatismo del segmento venoso tras la punción para su utilización en la diálisis, o por el desencadenamiento del proceso inducido por presiones críticas de cierre con el coagulador del contenido hemático, cuando el acceso ha sufrido estenosis críticas. Estos casos requieren el tratamiento urgente cuando se detectan, pero es recomendable rehacer el acceso excluyendo las posibles causas de la oclusión mediante la realización de un nuevo acceso más distal aprovechando sobre todo el segmento venoso dilatado a otras alternativas como la endovascular mediante angioplastia o stent, que suele ofertar malos resultados a corto o medio plazo al volver a desarrollarse o incidir las circunstancias que ocasionaron la trombosis.

HEMORRAGIA

La hemorragia se produce en dos situaciones diferentes. La primera es posible una vez realizado el acceso en el postoperatorio inmediato por problemas técnicos de la sutura o inducido por alteraciones de la coagulación y el tratamiento, consiste en revisión de la anastomosis o corregir los factores de hemostasia. La otra circunstancia frecuente, es el sangrado del acceso en la zona de la punción sobre todo en zonas donde se ha procedido a hacerlo en repetidas ocasiones, que pueden llegar a provocar zonas necróticas entre la piel y la pared de la vena arterializada. En este caso la solución suele ser la compresión y si no cede la hemorragia, actuar desde el punto de vista quirúrgico mediante

la realización de punto o sutura hemostática en el punto de sangrado. Generalmente, posteriormente es preciso realizar una reparación del acceso tanto de la vena como de la zona de la cubierta cutánea que lo recubre.

RUPTURA

En alguna ocasión y de forma infrecuente se puede producir la ruptura del acceso y muy especialmente de la zona venosa. La ruptura se suele producir a este nivel por la debilidad de la pared del acceso y produciéndose la extravasación del vaso que puede salir al exterior como hemorragia, o por el contrario, producir un hematoma a veces como pseudoaneurisma en la zona. Si estos son pequeños pueden pasar inicialmente desapercibidos aunque la evolución normal sea al crecimiento.

ESTENOSIS, MALFUNCIÓN

El mal funcionamiento de un acceso de hemodiálisis, es relativamente frecuente en fístulas arteriovenosas. Se realiza el acceso



que presenta soplo y thrill, pero en el momento de su uso el mismo no aporta el suficiente flujo para ser utilizado para la hemodiálisis al presentar resistencias de flujo, presiones elevadas y colapso de conducciones. Hay que realizar las preceptivas valoraciones funcionales hemodinámicas y morfológicas mediante métodos de imagen. Un detallado estudio conducirá a dar con la causa o a realizar las pertinentes soluciones técnicas. Si no se soluciona es preferible crear un nuevo acceso.

OCCLUSIÓN

Una de las complicaciones más frecuentes de una fístula arterio-venosa es la oclusión de la misma. Esta circunstancia puede producirse en ocasiones al poco tiempo de haberse realizado la misma por su bajo débito inicial que la permita permanecer permeable. En otras ocasiones se produce a más largo tiempo de su realización a veces sin haber podido utilizarse por su bajo perfil de funcionamiento hemodinámico. En otras ocasiones, la oclusión se produce por alteraciones de la morfología del acceso tras su uso a veces muy continuado a través del tiempo. El acceso no es un simple sistema de conductos, sino un sistema biológico que evoluciona con el tiempo y reacciona a las agresiones tanto externas que son producto de su uso, como las derivadas de la evolución de las diferentes enfermedades que puedan afectar al enfermo. Cuadros de hipotensión pueden provocar el cierre u oclusión del acceso y muy especialmente después de su realización, por lo que es necesario mantener cierta estabilidad hemodinámica del paciente.

EMBOLIZACIÓN ARTERIAL DISTAL

Algunos pacientes pueden sufrir cuadros de embolización tanto de macro, pero sobre

todo de microembolizaciones de material generalmente procedentes del acceso vascular y sobre todo en los segmentos de punción repetitiva del acceso para su empleo. La existencia de zonas aneurismáticas puede también desencadenar este tipo de complicaciones y lo mismo alteraciones de la coagulación, que unido a los factores locales del acceso puede originar el embolismo distal.

EMBOLIZACIÓN VENOSA. EMBOLIA DE PULMÓN

De la misma forma que pueden existir embolizaciones arteriales es posible la embolización a través del sistema venoso. Las de pequeña entidad pueden pasar desapercibidas al no reflejarse clínicamente, aunque alguna pueda ser detectada con métodos diagnósticos. Las de mayor entidad y en especial las originadas en sectores como la vena axilar, la vena subclavia, los troncos venosos braquiocefálicos e incluso los originados en vena cava o aurícula, en el caso de los catéteres de hemodiálisis, pueden desarrollar embolismos de gran entidad produciéndose embolias de pulmón. Un tratamiento o prevención de estas situaciones sería la eliminación del posible origen y la anticoagulación.

ROBO ISQUÉMICO

Es una complicación relativamente frecuente que se produce cuando la derivación hace retornar de forma relevante el flujo sanguíneo al corazón produciéndose una privación de aporte arterial a áreas más distales en especial de la extremidad inferior. Se le conoce como el *Síndrome del robo de la fístula*. Lo más frecuente es que se produzcan signos clínicos como palidez o frialdad, aunque a veces se producen cuadros de dolor sobre todo cuando se realiza actividad con la extremidad

y sobre todo con las partes más distales como son los dedos que se suelen acompañar de impotencia funcional. En los casos más graves es posible que se puedan producir trastornos tróficos distales en los que se puede incluir la gangrena. Esta situación puede verse agravada y en ocasiones producida en situaciones de alteraciones vasculares soportadas en cuadros de arteriopatías de las enfermedades oclusivas. Su tratamiento generalmente es el desmontaje de la comunicación arteriovenosa y el restablecimiento del flujo arterial.

INSUFICIENCIA CARDÍACA

En algunos accesos de hemodiálisis de alto débito, se pueden producir cuadros de insuficiencia cardíaca por sobrecarga del corazón. No suele ser una complicación muy frecuente, teniendo en consideración que muchos de los accesos de hemodiálisis se realizan a nivel distal en la extremidad superior. Sin embargo, a medida que nos acercamos a segmentos más proximales, es más frecuente encontrar este tipo de complicación y se produce cuando agotados los distales se buscan vasos más proximales de mayor débito y tamaño mayor en el caso de las venas. En los casos en que la repercusión hemodinámica y por lo tanto clínica es grave se debe de proceder a anular la fístula arterio-venosa o a realizar métodos de reducción de flujo mediante reducción del calibre de los conductos o reconduciendo la sangre.

INFECCIÓN

Los accesos de hemodiálisis están expuestos a sufrir infecciones en especial de perfil local. La punción reiterada de una determinada zona de piel creando zonas necróticas de mayor o menor extensión por desvitalización de los tejidos en pacientes que presentan en muchas ocasiones estados de mal estado general, con procesos inmunológicos y con comorbilidades requieren una atención especial y extremar las medidas de asepsia. El germen más frecuentemente encontrado suele ser el *staphylococcus aureus*, aunque no está exento de poderse encontrar otras bacterias. Cuando se trata de catéteres tanto temporales, pero sobre todo en el caso de los permanentes, se incrementan el riesgo de infección local en la zona de salida o entrada del catéter en la piel, situación que se puede agravar más con el desarrollo de una infección profunda por el catéter permanente que actúa como cuerpo extraño manteniendo y agravando la infección.

BIBLIOGRAFÍA

- Cunnane CV, Cunnane EM, Walsh MT. A Review of the Hemodynamic Factors Believed to Contribute to Vascular Access Dysfunction. *Cardiovasc Eng Technol.* 2017;8(3):280-294.
- Mallios A, Boura B, Costanzo A, Combes M. Pseudo-aneurysm caused from banding failure. *J Vasc Access.* 2018;19(4):392-395.

Uso del balón de corte o «*cutting balloon*» en el rescate de fístula A-V disfuncional

SERGIO BENITES PALACIO

Médico de Base del Servicio de Angiología, Cirugía Vascul ar y Endovascular del Hospital Español de México. México

I. INTRODUCCIÓN

Se estima que aproximadamente el 10 % de la población mundial padece de enfermedad renal crónica (IRC), y 1.5 millones requieren de hemodiálisis (1). En el Reino Unido se calculan que esta enfermedad va a afectar a 57.000 pacientes; mientras que en los Estados Unidos (USA) se estima que son 420.000 los casos de IRC, de los cuales el 61.3 % se encuentran en hemodiálisis (2, 3). Este incremento en el número de fístulas realizadas en USA fue marcado posterior al establecimiento de la iniciativa de Primero Fístula «*fistula first*» de un 34.1 % de fístulas reportadas en diciembre de 2003, pasaron a un 60.2 % en abril de 2012 (4).

La fístula arterio-venosa (FAV) de Brescia-Cimino fue creada en 1966, y continúa siendo el acceso para hemodiálisis con mayor duración. Las fístulas nativas, comparadas con los injertos sintéticos, van a presentar un menor número de complicaciones y mejores índices de permeabilidad, por lo que son considerados como la manera preferible de accesos para hemodiálisis. Sin embargo; también serán susceptibles a desarrollar los mismos problemas que los realizados con accesos sintéticos. La estenosis venosa es la causa más común de disfunción de una fístula, con la cual disminuye el flujo en el conducto y que ocasiona trombosis de la misma. En el 55 % al 75 % de los casos de una fístula radiocefálica, la afección se va a localizar

cercano a la anastomosis; mientras que en una fístula braquiocefálica la encontraremos en la unión de la vena basilica y la subclavia (5). La disfunción de la FAVI se puede deber a una falta en la maduración de la misma, o al desarrollo de hiperplasia neo-intimal, con la consiguiente aparición de estenosis y trombosis. Aproximadamente, del 20 % al 30 % de las admisiones hospitalarias de los pacientes en diálisis, se van a deber a la disfunción o falla de la fístula.

El Dr. Zeebregts y cols. Revisaron los determinantes para la falla de las fístulas A-V, siendo la diabetes mellitus el factor más importante (95 % de los casos), seguidos de la historia de una fístula sintética contralateral, antecedentes de catéteres previos y el calibre de la vena cefálica (6).

La hiperplasia neo-intimal se compone principalmente de una proliferación de células de músculo liso, con lo cual se hace más propensa a una re-estenosis debido a una mayor actividad proliferativa de estas células musculares en cada episodio (7). La razón de esto no es certeramente explicable. Las hipótesis propuestas incluyen que las células de tejido neo-intimal preexistente, adquieren gran potencial de proliferación y por lo tanto, responden activamente a la angioplastia (7); el flujo turbulento hemodinámico de la fístula, potencia esta proliferación (8); y la severidad de la lesión inducida en la pared del vaso por la dilatación con alta presión es la que provoca esta respuesta altamente proliferativa (9).

Múltiples técnicas compiten entre sí para mejorar los índices de esta complicación, desde los primeros *stents* metálicos, *stents* recubiertos, angioplastias con balones convencionales, con balones de alta presión, uso de balones de corte o «*cutting balloon*», hasta balones liberadores de fármacos antiproliferativos (10).

II. BALÓN DE CORTE O «CUTTING BALLOON»

El balón de corte o «*Cutting Balloon*» (Boston Scientific, Natick, MA), es un dispositivo

especializado de angioplastia que consiste en 4 hojas tipo navajas, también conocido como aterotomos, de 0.005" montadas en un balón de angioplastia no complaciente. Las hojas están colocadas longitudinalmente a lo largo del balón (Fig. 1). Fue originalmente introducida para intervención coronaria, pero debido a los diámetros similares entre las arterias coronarias y la arteria poplítea, se empezó a utilizar en procedimientos periféricos. Una vez inflado el balón esas hojas realizan un corte en la lesión, facilitando la dilatación del vaso. El dispositivo viene en diámetros de 4 a 8 mm y en longitudes de 1 o 2 cm. Se colocan a través de introductores de 7 Fr, sobre una guía 0.018".

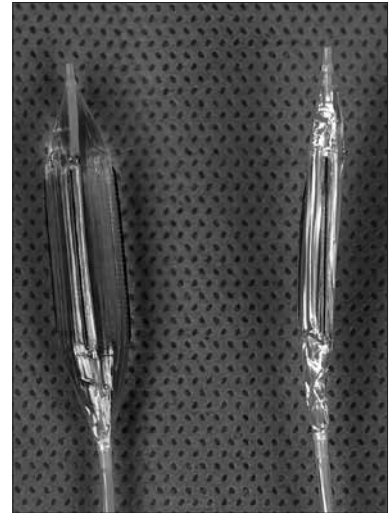


Fig. 1. **Balón de Corte «Cutting Balloon».** Cuatro hojas cortantes montadas en un balón no Complaciente de angioplastia.

La presión máxima de insuflación es de 10 atm. Los beneficios potenciales del balón de corte son: al realizar la angioplastia rompe la continuidad elástica y fibrótica de la pared del vaso que es la causante del «*recoil*» o retroceso elástico, produce daño controlado en lugar de cortes irregulares, y permite que las lesiones sean dilatadas con bajas presiones de insuflación, reduciendo el barotrauma.

El uso de balones de corte para el tratamiento de estenosis resistentes en fístulas arteriovenosas no es nuevo, anteriormente fue descrito por el doctor Worwerk y colaboradores en 1995 (11). Una de las principales limitaciones que tiene este dispositivo es su longitud no mayor a 2 cm. De igual manera el hecho de tener navajas rectas lo limitan para utilizarse en zonas curvas (Fig. 2).



Fig. 2. **Balón de corte en FAVI disfuncional donde se observa la rectificación del balón en sus paredes laterales donde se encuentran las cuchillas de corte.**

Posteriormente se desarrolló un nuevo dispositivo como una alternativa en casos de lesiones curvas, el «Cutting Balloon» FLEXTOME, que consiste en dos o hasta tres

segmentos de cuchillas de corte ubicadas a los lados del balón, lo que permite realizar el corte controlado en zonas de flexión (Figs. 3 y 4).



Fig. 3. **Cutting Balloon FLEXTOME de 2 y 3 cuchillas para zonas de pliegue.**

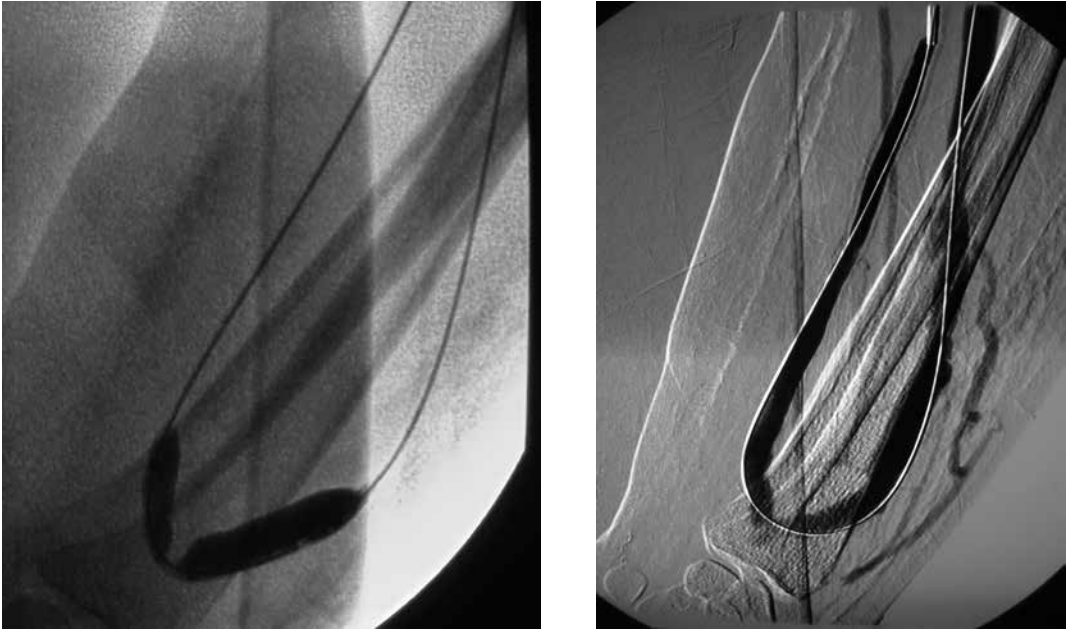


Fig. 4. **Balón de Corte FLEXTOME en zona anastomótica de FAVI Cimino Brescia.**

Las FAVI nativas se asocian con altos índices de estenosis venosa, siendo la angioplastia con balón el tratamiento de elección para las mismas (12). El doctor Heye y colaboradores reportaron que el índice de re-estenosis u oclusiones posteriores a una angioplastia convencional es del 52.7% en un periodo de seguimiento de 6 meses a 6 años (13). Una de las teorías para este inusual índice elevado de re-estenosis, refiere que se trata del resultado del daño provocado por la presión del balón sobre la pared endotelial (barotrauma) causado al momento de realizar la angioplastia con balones de alta presión. Sin embargo; no existe un nivel I de evidencia que soporte la superioridad de la angioplastia con balón de corte sobre un balón convencional; por el contrario, sobresale los costos elevados de este dispositivo. Los investigadores Singer-Jordan & Papura reportan que el uso de angioplastias con balones de corte de forma rutinaria en fístulas nativas, tienen una permeabilidad pri-

maria a 6 meses del 76%, comparados con otros reportes de angioplastias con balones convencionales que van del 50% al 79% (14). Existen diferentes publicaciones en las cuales se demuestra la superioridad de estos balones de corte sobre los balones convencionales de angioplastia (15-17).

Posteriormente, surgieron los balones de angioplastia de alta presión, los cuales son fáciles de utilizar y menos costosos que los balones de corte. En la última década ambas técnicas son las más utilizadas para tratar las estenosis resistentes de los accesos para hemodiálisis. Los doctores Rasuli y colaboradores demostraron que no hay diferencias significativas en la permeabilidad primaria de las fístulas utilizando los balones de corte o los balones de alta presión (18). Otros trabajos también comparan ambas técnicas sin llegar a demostrar la superioridad de una técnica sobre la otra, y en ocasiones se consideran que deben ser complementarias (19-20).

III. CONCLUSIONES

La técnica endovascular para el rescate de una fístula disfuncional es considerada una alternativa segura y eficaz. Considerando que en múltiples ocasiones serán necesarias las re-intervenciones, las permeabilidades secundarias son mayores con esta técnica de acuerdo a lo reportado en la literatura. Sin lugar a dudas, el diagnóstico y tratamiento temprano de alguna complicación es vital para un funcionamiento prolongado.

El balón de corte ha demostrado ser de utilidad para la estenosis en los accesos vasculares, sobretudo en aquellas que son difíciles de dilatar. Mientras algunos colegas sobre utilizan los balones de corte, otros los utilizan poco hasta que se obtengan reportes significativos para su uso.

Tanto la angioplastia con balones de alta presión como con balones de corte son útiles en el tratamiento de una estenosis de una FAVI, consideramos que hay que determinar la estrategia a elegir en base a la experiencia de cada uno, tomando en cuenta que en ocasiones será necesario utilizar ambas técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Ravani P, Palmer SC, Oliver Mj *et al.* Association between haemodialysis Access type and clinical outcomes: A systematic review. *J Am Soc Nephrol* 2013;24:465e73.
- Thomas M, Nesbitt C, Ghouri M *et al.* Maintenance of hemodialysis vascular Access and prevention of Access dysfunction: A Review. *Ann Vasc Surg* 2017;43:318-327.
- NKF-K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access: update 2000. *Am J Kidney Dis* 2001;37(suppl):S137-S181.
- Arteriovenous Fistula First website. Available from www.fistulafirst.org
- Haage P. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006.
- Zeebregts C, Tielliu I, Hulsebos R *et al.* Determinants of failure of BRachiocephalic Elbow fistulas for haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005;30:209-214.
- Chang C, Ko P, Hsu L *et al.* Highly increased cell proliferation activity in the restenotic hemodialysis vascular Access after percutaneous transluminal angioplasty: implication in prevention of restenosis. *Am J Kidney Dis* 2004;43:74-84.
- Liu S. Focal expression of angiotensin II type I receptor and smooth muscle cell proliferation in the neointima of experimental vein grafts: reaction to eddy blood flow. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1999;19:2630-2639.
- Indolfi C, Esposito G, Di Lorenzo E *et al.* Smooth muscle cell proliferation is proportional to the degree of balloon injury in a rat model of angioplasty. *Circulation* 1995;92:1230-1235.
- Funaki B. Cutting balloon angioplasty in arteriovenous fistulas. *J Vasc Interv Radiol* 2005;16:5-7.
- Vorwerk D, Gunther R, Schurmann K *et al.* Use of a cutting balloon for dilatation of a resistant venous stenosis of a hemodialysis fistula. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1995;18:62-64.
- Turnel-Rodrigues L, Pengloan J, Baudin S *et al.* Treatment of stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulas and grafts by interventional radiology. *Nephrol Dial Transplant* 2000;15:2029-2036.
- Heye S, Maleux G, Vaninbrouckx, Claes K, *et al.* Factors influencing technical success and outcome of percutaneous balloon angioplasty in de novo native hemodialysis arteriovenous fistulas. *Eur J Radiol* 2012;81:2298-2303.
- Singer-Jordan S, Papura S. Cutting balloon angioplasty for primary treatment of hemodialysis fistula venous stenoses: preliminary results. *J Vasc Interv Radiol* 2005;16:25-29.
- Saleh H, Gabr A, Tawfik M *et al.* Prospective, randomized study of cutting balloon angioplasty versus conventional balloon angioplasty for treatment of hemodialysis Access stenoses. *J Vasc Surg* 2014;60:735-40.
- Guiu B, Loffroy R, Ben Salem D, *et al.* Angioplasty of long venous stenoses in hemodialysis Access: At last an indication of cutting balloon?. *J Vasc Interv Radiol* 2007;18(8):994-1000.
- Song H, Kim K, Chung S. Cutting balloon angioplasty for resistance venous stenoses of Brescia-Cimino fistulas. *J Vasc Interv Radiol* 2004;15:1463-1467.
- Rasuli P, Chennur V, Connolly M *et al.* Randomized trial comparing the primary patency following cutting versus high-pressure balloon angioplasty for treatment of de novo venous stenoses in hemodialysis arteriovenous fistulae. *J Vasc Interv Radiol* 2005;26:1840-1846.
- Wu C, Lin M, Pu S *et al.* Comparison of cutting balloon versus high-pressure balloon angioplasty for resistant venous stenoses of native hemodialysis fistulas. *J Vasc Interv Radiol* 2008;19:877-883.
- Arafat S, Hiong K, Irani F *et al.* Randomized Clinical Trial of cutting balloon angioplasty versus high-pressure balloon angioplasty in hemodialysis arteriovenous fistula stenoses resistant to conventional balloon angioplasty. *J Vasc Interv Radiol* 2014;25:190-198.

Enfermedades sistémicas o locales que pueden influir en la calidad de los vasos sanguíneos utilizados en los accesos para hemodiálisis

CARLOS VAQUERO, CRISTIAN HERNÁNDEZ, MANUEL DÍEZ, ELENA GARCÍA, SERGIO FERNÁNDEZ-BELLO Y LILIANA FIDALGO-DOMINGOS

Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

Existen una serie de enfermedades que se pueden considerar generalizadas o sistémicas que afectan los vasos sanguíneos tanto arteriales como venosos y pueden condicionar la posibilidad de realización de accesos de hemodiálisis, la calidad de los mismos o su supervivencia. Entre estos procesos se encuentran:

ATEROSCLEROSIS

La aterosclerosis se define como una enfermedad degenerativa de la pared arterial que afecta fundamentalmente a arterias de gran y mediano calibre. Sin embargo, en estados avanzados es posible la afectación también de las de menor tamaño. La enfermedad degenerativa desarrolla la placa de ateroma con alteraciones estructurales de perfil degenerativo con acumulo de material lipídico que



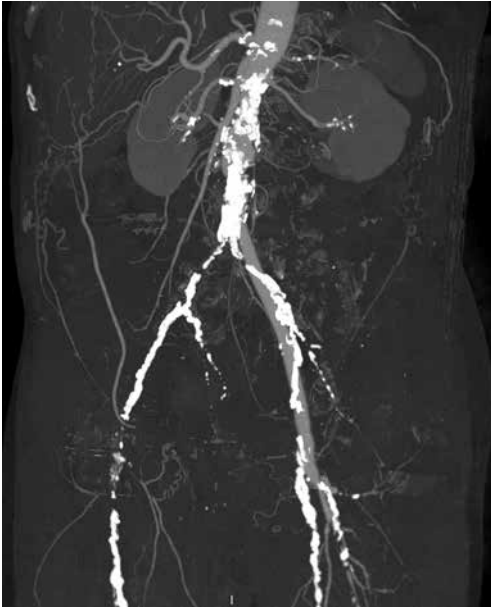
Placa de ateroma extraída de una arteria.

esclerosa el conducto arterial destruyendo la pared con la posible aparición de úlceras intimaes a la vez que puede conllevar el cierre u oclusión total o parcial del vaso.

Esta situación condiciona que en pacientes que precisan un acceso para hemodiálisis y que padezcan la enfermedad aterosclerosa no se disponga de un vaso donante por oclusión proximal o local a la vez que dificultaría o impediría la anastomosis de la arteria con la vena o material protésico para confeccionar el acceso.

DIABETES

La diabetes ya sea tipo I o II, se caracteriza cuando afecta al sistema arterial por desarrollar una enfermedad degenerativa e inflamatoria en la pared del vaso que tiene una especial ubicación en arterias de mediano y pequeño calibres, que precisamente son las que se suelen utilizar para realizar los accesos. Es muy frecuente encontrar pacientes que precisan un fístula arteriovenosa para hemodiálisis que padecen la enfermedad diabética por lo que esta situación de dificultad es frecuente cuando es necesario el empleo del vaso arterial para la realización del acceso. Existe otra característica de la



Ejes arteriales calcificados.

afección diabética a nivel arterial y es que es frecuente en estos pacientes el desarrollo de calcificaciones lo que se suma a las numerosas dificultades que tienen estos pacientes en este caso impidiendo en muchas ocasiones la simple transfusión de la aguja utilizada en la sutura vascular convencional en la anastomosis de la arteria con la vena.

TROMBOANGEITIS OBLITERANTE

Enfermedad no muy frecuente pero que tiene un perfil a nivel de la afectación de los vasos de afectación de arterias de mediano calibre con un componente inflamatorio de su pared que en muchas ocasiones induce la trombosis del vaso. Es relativamente frecuente en estos pacientes la presencia de las denominadas Flebitis Migrans, o inflamaciones segmentarias de la venas superficiales que llegan a inducir la trombosis del vaso.

TROMBOFLEBITIS

El paciente que precisa un acceso para hemodiálisis por un proceso que le condiciona una insuficiencia renal no está exento de parecer procesos de cuadros inflamatorios de las venas con procesos trombóticos. Por un lado, la complejidad del paciente que suele tener una afectación general o múltiples procesos hacen que se induzcan procesos venosos de este tipo que pueden inutilizar el drenaje venoso. Por otro lado, estos pacientes sufren múltiples agresiones de punciones, implantación de catéteres, terapias agresivas, accesos previos tipo catéter y otras circunstancias que pueden inducir procesos trombóticos venosos.

FLEBITIS SUPERFICIAL

Cuadros de flebitis en las venas superficiales de los miembros superiores, lugar donde se suelen realizar con más frecuencia los accesos vasculares van a representar una limitación más para poder disponer de fístulas arteriovenosas que permitan un adecuado tratamiento de hemodiálisis a los pacientes de insuficiencia renal crónica. La venas del miembro superior son las comúnmente utilizadas para la obtención de muestras sanguíneas para análisis clínicos y también para la perfusión por venoclisis de medicamentos. Por estos motivos, los reiterativos traumatismos por venopunción pueden dañar estos conductos biológicos y menoscabar las posibilidades para su empleo en la realización de accesos vasculares.

ENFERMEDADES SISTÉMICAS DEL COLÁGENO

Lupus eritematoso sistémico, poliarteritis nodosa, esclerodermia, artritis reumatoidea, dermatomiositis, espondilitis anquilosante,

trastornos autoinmunitarios, englobados en los que se conoce enfermedad vascular del colágeno pueden desarrollar procesos inflamatorios de las arterias conocidos como arteritis que evidentemente pueden condicionar la posibilidad de realización de un adecuado acceso de hemodiálisis y también su supervivencia por lo que representa el estado flogístico del mismo.

SÍNDROME VARICOSO

El síndrome varicoso como enfermedad que afecta a las venas superficiales de los miembros inferiores con alteraciones de la pared del vaso y estructura con la aparición de tortuosidades y elongaciones, inutiliza el mismo para poder ser empleado en la realización de accesos de recurso con el autotrasplante del mismo sobre todo a nivel del miembro superior cuando es necesario. Es una limitación relativa, teniendo en consideración que son un limitado número de casos los que precisan este tipo de accesos.

ESTADO GENERAL DEL PACIENTE NEFRÓTICO

La situación general del paciente, la expectativa de vida, las enfermedades graves, las comorbilidades, representan limitaciones y más bien datos y situaciones a considerar a la hora de realizar la indicación de realización de un acceso de hemodiálisis. El

acceso necesita la posibilidad de realización disponiendo de los recursos de arteria y vena en unas mínimas condiciones, también de una situación estable desde el punto de vista hemodinámico y las condiciones para la adecuada maduración del acceso que por otra parte exige tiempo. Estas circunstancias hace que la indicación de acceso se oriente para la realización del más adecuado para el paciente en especial a la implantación de catéteres permanentes o temporales o incluso considerar otras alternativas de diálisis como es la peritoneal.

BIBLIOGRAFÍA

- Allon M, Litovsky SH, Tey JCS, Sundberg CA, Zhang Y, Chen Z, Fang Y, Cheung AK, Shiu YT. Abnormalities of vascular histology and collagen fiber configuration in patients with advanced chronic kidney disease. *J Vasc Access.* 2019;20(1):31-40.
- Chan C, Ochoa CJ, Katz SG. Prognostic Factors for Arteriovenous Fistula Maturation. *Ann Vasc Surg.* 2018;49:273-276.
- Cunnane CV, Cunnane EM, Walsh MT. A Review of the Hemodynamic Factors Believed to Contribute to Vascular Access Dysfunction. *Cardiovasc Eng Technol.* 2017;8(3):280-294.
- Remuzzi A, Bozzetto M, Brambilla P. Is shear stress the key factor for AVF maturation? *J Vasc Access.* 2017, 6;18(Suppl. 1):10-14.
- Shenoy S. Future Trends in Vascular Access Creation. *Contrib Nephrol.* 2017;189:252-256.
- Tang WJ, Adnan AS, Md Salleh MS, Mat Saad AZ. Microcalcification in the arterial wall and its relationship to the ultrasound criteria of maturation of the arteriovenous fistula. *J Vasc Access.* 2019;20(1):46-51.
- Viskovic K, Aslam M. Upper Extremity Medial Arterial Calcification and Peripheral Artery Disease in Asymptomatic Patients With Chronic Kidney Disease in Predialysis Stage. *Angiology.* 2018;69(5):406-415.

Isquemia de la extremidad superior secundaria a acceso vascular para hemodiálisis

JOSÉ ANTONIO BRIZUELA SANZ, ENRIQUE SAN NORBERTO GARCÍA, ÁLVARO REVILLA CALAVIA, LAURA SAIZ VILORIA, ISABEL DEL BLANCO ALONSO, LOURDES DEL RÍO SOLÁ Y CARLOS VAQUERO PUERTA

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

INTRODUCCIÓN

El número de pacientes en programas de hemodiálisis es cada vez mayor. Asimismo, la comorbilidad de estos pacientes es elevada, ya que la enfermedad renal se asocia muchas veces a diabetes mellitus y a enfermedades vasculares muy avanzadas. En los últimos años los avances en el tratamiento de estas patologías ha evolucionado tanto, que cada vez más los pacientes que entran en programas de hemodiálisis tienen edades más elevadas y una complejidad clínica más relevante, algo que era impensable previamente. Debido a todo ello, el número de accesos vasculares realizados se ha incrementado, y por lo tanto también ha aumentado el número de complicaciones asociadas.

El síndrome de robo de la extremidad superior asociada a acceso arteriovenoso para hemodiálisis se podría definir como el desarrollo de síntomas de isquemia debido a una insuficiente perfusión de la mano a consecuencia del robo hemodinámico que produce la fístula arteriovenosa.

Realmente se trata de una complicación poco frecuente (se estima que aparecen síntomas de isquemia en el 1-8 % de los accesos realizados) aunque aparecen cada vez más casos por los motivos ya citados. Sin embargo, su importancia reside en las devastadoras

consecuencias, ya que conlleva muy a menudo la necesidad de realizar amputaciones de dedos de la mano o de la extremidad, con la grave limitación funcional al tratarse del miembro superior. El manejo terapéutico es difícil, ya que se pretende el doble objetivo de conservar el acceso (del que depende que el paciente pueda seguir en hemodiálisis) a la vez que se intenta corregir la situación de isquemia de la extremidad.

FISIOPATOLOGÍA

Robo fisiológico y robo sintomático

Tras la realización de una fístula arteriovenosa en la extremidad superior, aparece un robo fisiológico hasta en el 80 % de los casos, definido este como disminución de la perfusión previa de la extremidad debido a flujo retrógrado o bidireccional en el segmento arterial distal a la anastomosis arteriovenosa. Sin embargo, en la mayoría de los casos la hipoperfusión no produce sintomatología clínica, apareciendo síntomas solamente en el 1-8 % de los casos (robo sintomático).

Mecanismos de compensación

El hecho de que solo una minoría de pacientes desarrolle síntomas, se debe a la

puesta en marcha de una serie de mecanismos de compensación frente a la isquemia. El principal de ellos es el aumento del gasto cardíaco que se produce de manera fisiológica tras la realización de la FAVI; así, aunque la fracción de flujo sanguíneo que se dirige hacia la mano disminuye al desviarse mayoritariamente hacia el sistema de drenaje venoso, el hiperflujo que experimenta la extremidad compensa parcialmente la situación.

Otro mecanismo de compensación es la vasodilatación del lecho distal, que se produce como respuesta fisiológica a la situación de isquemia y que ayuda a que parte del flujo se dirija hacia la mano.

El tercer mecanismo es el desarrollo de circulación colateral que se produce con el tiempo, y que también es una respuesta fisiológica de compensación frente a una situación de isquemia relativa, y que se da prácticamente en todos los territorios vasculares. Se ha comprobado experimentalmente que el índice dedo-brazo (**Digital Brachial Index, DBI**) sufre una caída brusca tras la realización del acceso, pero que a lo largo del tiempo va mejorando, lo que traduce hemodinámicamente el desarrollo de los mecanismos de compensación citados.

Factores de riesgo

Sin embargo, en un subgrupo de pacientes aparecen síntomas de isquemia, debido a una insuficiencia de los mecanismos de compensación. La causa final de que esto suceda es desconocida y probablemente multifactorial, pero no obstante, se han invocado una serie de factores de riesgo asociados, en los que coinciden las principales series de casos publicados (Tabla I).

Tabla I
FACTORES DE RIESGO

- Edad mayor de 60 años
- Sexo femenino
- Diabetes mellitus
- Enfermedad arterial periférica
- Anastomosis en arteria humeral
- Segundo y siguientes accesos
- Índice dedo-brazo < 0.45

Los pacientes con edad elevada y sexo femenino tienen más riesgo de desarrollar síntomas de isquemia grave. La presencia de diabetes mellitus y enfermedad arterial periférica también incrementa el riesgo, traduciendo probablemente una afectación aterosclerótica difusa de todo el árbol vascular.

Hay más tasa de isquemia cuando al anastomosis del acceso está en la arteria humeral, frente a la radial o cubital; una posible explicación es que la arteria humeral es el único vaso axial que conduce sangre hacia la mano, mientras que en el antebrazo existen dos arterias axiales principales, además del mayor flujo susceptible de robo cuando al arteria es de mayor calibre.

La confección de un segundo o siguiente acceso también es un importante factor, ya que el «capital vascular» de la extremidad está ya mermando por las intervenciones previas. La caída del DBI por debajo de 0.45 tras realizar el acceso es un factor de riesgo indicativo de la baja reserva hemodinámica previa de la extremidad.

Principios hemodinámicos

La compresión hemodinámica de por que se reduce la perfusión de la extremidad tras la creación de una fístula arteriovenosa se asemeja a la compresión del funcionamiento de un sistema eléctrico de resistencias. El sentido y la fracción del flujo sanguíneo total del sistema que se dirige a la mano es función de una ecuación cuyo resultado depende del peso relativo de las resistencias en los diversos segmentos del sistema.

La presencia de un flujo turbulento o bidireccional en el segmento arterial distal a la anastomosis hace que el stress endotelial de la pared sea más elevado que en condiciones normales. El stress endotelial es uno de los principales aceleradores de la aterosclerosis, por lo que muchas veces aparecen estenosis severas o incluso trombosis de la arteria distal a la anastomosis, contribuyendo al agravamiento de la isquemia.

Otro factor hemodinámico importante en el desarrollo de síntomas de isquemia es la presencia de una estenosis proximal a la anastomosis, generalmente en arteria subclavia. Está presente hasta en el 30 % de los casos con sintomatología grave. Hay que reseñar que al tratarse de un circuito de alto flujo y baja resistencia, muchas veces una estenosis tiene significación hemodinámica (en el sentido de que hay caída de la presión y el flujo potencial) aunque el grado de estenosis porcentual no sea muy elevado.

SÍNDROME CLÍNICO

La sintomatología clínica de este síndrome es la habitual que produce la isquemia arterial en otros territorios. Los síntomas más leves consisten en palidez y frialdad de la extremidad. El dolor de reposo está asociado en la mayoría de los casos con sintomatología relevante, muchas veces impidiendo el descanso nocturno del paciente y con una respuesta a analgésicos habituales bastante limitada. En casos más avanzados la afectación nerviosa produce parestesias, déficit sensitivo y déficit motor, con atrofia de los músculos de la mano. Los casos más graves cursan con pérdida de sustancia y ulceración de los dedos de la mano, con dificultad para la cicatrización. Se puede llegar a producir gangrena isquémica de los dedos, requiriendo muchas veces la amputación de los mismos.

En cuanto al curso temporal de la sintomatología podemos distinguir entre un síndrome agudo/subagudo y un síndrome crónico. El primero se refiere a la aparición de sintomatología leve inmediatamente tras la realización del acceso y que no se extiende más allá de cuatro semanas; en la mayoría de los casos mejora al instaurarse los mecanismos de compensación, por lo que generalmente el tratamiento es expectante. Sin embargo, cuando los mecanismos de compensación son insuficientes la situación se cronifica en el tiempo, desarrollándose síntomas de mayor gravedad (dolor de reposo intenso y pérdida de sustancia) que requieren generalmente tratamiento quirúrgico.

Una manifestación particular de este síndrome es la aparición de síntomas de isquemia solo durante las sesiones de hemodiálisis, estando el paciente asintomático el resto del tiempo. Durante la hemodiálisis se produce generalmente un descenso de la precarga cardíaca y de la tensión arterial, y de manera refleja una vasoconstricción periférica. Lo que sucede en estos pacientes es que están en una situación de isquemia subclínica continua, pero los mecanismos de compensación de la isquemia se superan solamente al alterarse la hemodinámica circulatoria durante las sesiones de hemodiálisis, volviendo a ser efectivos al terminar la sesión.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de esta entidad es fundamentalmente clínico. El estudio mediante fotoplefetismografía y/o doppler continuo nos mostrará curvas de pulso atenuadas, con morfología monofásica. La medición de DBI anormalmente bajos (inferiores a 0.45) es signo de isquemia severa. Mediante ecodoppler se puede objetivar la presencia de flujo bidireccional o retrógrado en el segmento arterial. Cuando se plantea corregir quirúrgicamente

la isquemia, la arteriografía se vuelve imprescindible para planear la estrategia operatoria, sobre todo para detectar la presencia de una estenosis proximal a la anastomosis.

TRATAMIENTO

En casos de síntomas leves y en los que presentan síntomas exclusivamente durante las sesiones de hemodiálisis no suele ser necesario el tratamiento quirúrgico, ya que responden bien a medidas conservadoras, y con la vigilancia clínica es suficiente.

En los casos más graves está indicado el tratamiento quirúrgico. El objetivo es además doble: mejorar la perfusión de la extremidad y mantener la funcionalidad del acceso, del que depende que el paciente pueda seguir en hemodiálisis.

Ligadura

La técnica más sencilla, que es obviamente la ligadura, estaría indicada solamente cuando el acceso no se usa o es malfunctionante. Cuando la isquemia se debe a una fístula radiocefálica que roba sangre del arco palmar, puede ser suficiente con ligar la arteria radial distal a la anastomosis, con lo que se consigue mantener el acceso mientras que la mano se sigue perfundiendo por la arteria cubital.

Banding

Esta técnica consiste en crear una estenosis en el segmento venoso del acceso, justo tras la anastomosis. De este modo, al reducir el radio de la vena se aumenta la resistencia de la misma, y se disminuye la fracción de flujo robado, aunque disminuye también el flujo total del sistema. Sin embargo, esta técnica tiene malos resultados porque se asocia a una alta tasa de trombosis del acceso.

Es difícil establecer el grado de estenosis preciso para mantener el acceso funcionando y disminuir sin embargo la isquemia; el uso de

fotopleletismografía o la medición de los DBI intraoperatorios se han propuesto para intentar objetivar el grado exacto de estenosis necesario. La aparición de otras técnicas con mejores resultados ha hecho que el *banding* se realice cada vez con menos frecuencia.

DRIL (Distal revascularization and interval ligation)

Esta técnica es la más usada actualmente y se han comunicado unos resultados bastante buenos. Fue descrita por primera vez por Schanzer en 1988. Consiste en realizar un bypass de vena safena interna invertida entre la arteria proximal y la distal a la anastomosis, asociada a una ligadura de la arteria distal justo entre la anastomosis del acceso y la del bypass.

El fundamento hemodinámico es la creación de una gran colateral de baja resistencia. Así en la totalidad del sistema se produce una caída de la resistencia y un aumento del flujo total, mejorando significativamente la perfusión de la mano.

Se han publicado varias series de casos que utilizan esta técnica con unos excelentes resultados. En la más grande hasta el momento (Knox *et al.*) se comunica un mejoría clínica significativa en el 91 % de los casos, una permeabilidad del acceso del 83 % y 71 % a 12 y 36 meses, y una permeabilidad del bypass del 86 % y 80 % a 12 y 48 meses.

La única objeción que se puede poner a esta técnica es la isquemia aguda que se desencadenaría en caso de trombosis del bypass (derivado de la necesidad de ligar una arteria axial), aunque no se han comunicado casos al respecto.

Proximalización de la anastomosis

Esta técnica ha sido descrita por Zanow en 2006, comunicando sus resultados en 30 pacientes. Consiste en desconectar la anastomosis arteriovenosa del acceso y realizar un bypass de PTFE desde un sector arterial más proximal hasta el cabo venoso. De esta manera, se consigue que el acceso sea alimentado por

un vaso de mayor calibre, con mayor flujo; así la fracción de flujo robada es menor y aumenta la perfusión de la mano.

Las ventajas respecto al DRIL son que preserva la colateralidad, no requiere la ligadura de un arteria axial y no hay riesgo de isquemia si se trombosa el bypass. Hasta ahora la experiencia clínica ha sido limitada, pero los buenos resultados comunicados por el autor en cuanto a mejoría clínica, mejoría hemodinámica y permeabilidad del acceso hacen de esta técnica una alternativa a tener en cuenta frente al DRIL.

RUDI (Revision under distal insertion)

Esta técnica fue descrita mediante la comunicación de cuatro casos por Minio en 2005 en fístulas autólogas braquiocefálicas. Consiste en ligar la vena justo distal a la anastomosis y realizar una bypass desde una arteria distal (radial o cubital) al cabo venoso. Se fundamenta en que mantiene el flujo anterógrado a través de la arteria braquial mientras que el acceso es alimentado por una arteria de menor calibre. Se trata en definitiva de convertir una fístula braquiocefálica en una radiocefálica o cubitocefálica.

PREVENCIÓN

Es uno de los pilares más importantes para evitar la aparición de isquemia secundaria a acceso para hemodiálisis. Tratándose de la complicación de un procedimiento médico, la prevención consiste en este caso en realizar la técnica más adecuada individualizada a las características de cada paciente. Para ello la historia clínica cobra vital importancia, ya que nos ayuda a identificar a los pacientes con factores de riesgo para el desarrollo de isquemia.

En la exploración física previa a la realización de un acceso, es imprescindible explorar los pulsos así como realizar el test de Allen y tomar la tensión en ambas extremidades superiores, para detectar la presencia de una arteriopatía asintomática previa. El estudio mediante ecodoppler de la red venosa y arterial puede contribuir a seleccionar la técnica más adecuada. Y finalmente la realización del acceso mediante una meticulosa técnica quirúrgica también puede contribuir a minimizar el riesgo de aparición de esta seria complicación.

En la Figura 1 se propone un algoritmo diagnóstico y terapéutico para el manejo clínico de esta patología.

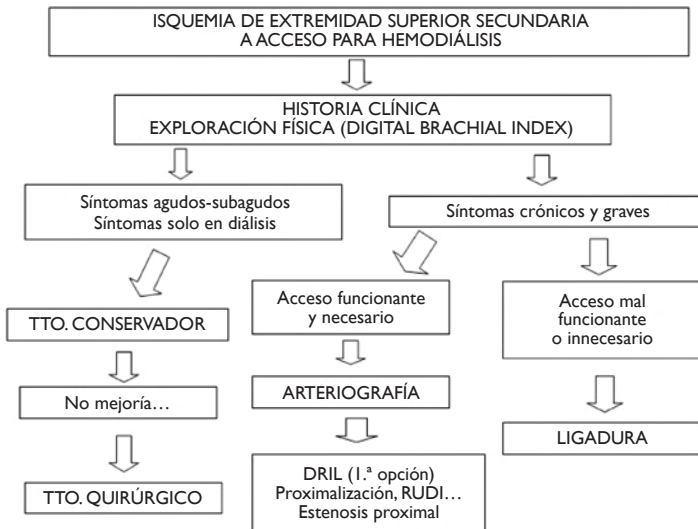


Fig. 1. Algoritmo diagnóstico-terapéutico

BIBLIOGRAFÍA

- Knox RC, Berman SS, Hughes JD, Gentile AT, Mills JL. Distal revascularization-interval ligation: a durable and effective treatment for ischemic steal syndrome after hemodialysis access. *J Vasc Surg.* 2002 Aug;36(2):250-5; discussion 256.
- Minion DJ, Moore E, Endean E. Revision using distal inflow: a novel approach to dialysis-associated steal syndrome. *Ann Vasc Surg.* 2005 Sep;19(5):625-8.
- Morsy AH, Kulbaski M, Chen C, Isiklar H, Lumsden AB. Incidence and characteristics of patients with hand ischemia after a hemodialysis access procedure. *J Surg Res.* 1998 Jan;74(1):8-10.
- Odland MD, Kelly PH, Ney AL, Andersen RC, Bublick MP. Management of dialysis-associated steal syndrome complicating upper extremity arteriovenous fistulas: use of intraoperative digital photoplethysmography. *Surgery.* 1991 Oct;110(4):664-9; discussion 669-70.
- Schanzer H, Schwartz M, Harrington E, Haimov M. Treatment of ischemia due to «steal» by arteriovenous fistula with distal artery ligation and revascularization. *J Vasc Surg.* 1988 Jun;7(6):770-3.
- Shemesh D, Mabeesh NJ, Abramowitz HB. Management of dialysis access-associated steal syndrome: use of intraoperative duplex ultrasound scanning for optimal flow reduction. *J Vasc Surg.* 1999 Jul;30(1):193-5.
- Tynan-Cuisinier GS, Berman SS. Strategies for predicting and treating access induced ischemic steal syndrome. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2006 Sep;32(3):309-15.
- Wixon CL, Hughes JD, Mills JL. Understanding strategies for the treatment of ischemic steal syndrome after hemodialysis access. *J Am Coll Surg.* 2000 Sep;191(3):301-10.
- Zanow J, Kruger U, Scholz H. Proximalization of the arterial inflow: a new technique to treat access-related ischemia. *J Vasc Surg.* 2006 Jun;43(6):1216-21; discussion 1221.

Aneurisma de arteria humeral, complicación tardía de la ligadura de FAV en pacientes trasplantados

RUTH FUENTE, NATALIA MORADILLO, JOSÉ ANTONIO BRIZUELA*, MÓNICA HERRERO, VICTORIA SANTAOLALLA Y CARLOS VAQUERO*

Hospital Universitario de Burgos. Burgos. España

* *Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España*

Los aneurismas de arteria braquial son una entidad clínica rara, con una incidencia reportada en la bibliografía inferior al 0,5 % (1). En la actualidad, y debido al auge de las técnicas intervencionistas, lo más frecuente son los pseudoaneurismas iatrogénicos, aunque también pueden ser infecciosos sobretudo en adictos a drogas por vía parenteral, traumáticos secundarios a heridas contusas o secundarios a enfermedades del tejido conectivo (2-3). Los aneurismas verdaderos son aún menos frecuentes.

En pacientes con enfermedad renal terminal con terapia sustitutiva en hemodiálisis, son frecuentes los pseudoaneurismas anastomóticos o los aneurismas venosos que aparecen en los sitios de punción repetitiva (4).

Recientemente se han descrito diversos casos de aneurisma verdadero de arteria humeral en la arteria donante de una fístula arteriovenosa para diálisis (FAV) tras ser ligada posteriormente a un trasplante de riñón. Hasta un 4,5 % de las FAV presentan en su evolución el desarrollo de un aneurisma verdadero de la arteria donante (5-6), sin embargo, al estudiar específicamente las fístulas ligadas en pacientes trasplantados como es el caso de nuestra serie en la que evaluamos a 20 pacientes un 25 % desarrolló arteriomegalia de los cuales 2 (10 %) requirieron intervención quirúrgica (7). Es posible por lo tanto que la

incidencia de esta complicación sea mayor de la pensada puesto que sigue un curso asintomático y solo se publican los casos de complicaciones.

FISIOPATOLOGÍA

El desarrollo de arteriomegalia en el contexto de una fístula arteriovenosa de larga evolución fue descrita por primera vez por Hunter en 1757 (8). La maduración de la FAV es un proceso intrínsecamente dinámico; tras su realización se produce una disminución aguda de la presión del flujo sanguíneo de la arteria donante, esto produce un aumento del flujo arterial compensatorio, y en última instancia, el incremento del diámetro arterial en un intento de neutralizar las fuerzas tangenciales (9,10). Eugster y colaboradores mostraron que solo la arteria en la extremidad ipsilateral desarrollaba dilatación, lo que indica un factor local como desencadenante del proceso arterial (11).

A nivel celular, el endotelio responde segregando óxido nítrico y otros factores relajantes de la pared arterial de cara a disminuir el estrés transmural (12,13). A nivel molecular, otra consecuencia del estrés tangencial es la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS por su siglas en inglés), el aumento del

flujo hace que las ROS eleven la producción de iones superóxido que en conjunto con peroxinitrios de óxido nítrico estimulan el incremento de producción de metaloproteasas que a largo plazo producen la disrupción de la lámina elástica de la pared del vaso (14). Por lo tanto, la elasticidad de la arteria se halla permanentemente dañada y la arteriomegalia y la aparición de aneurismas puede ocurrir incluso cuando la fístula está cerrada (15).

La degeneración aneurismática de la arteria humeral se ha descrito tanto en fístulas ligadas, como en fístulas trombosadas espontáneamente y en fístulas permeables (4) en pacientes en diálisis y en pacientes trasplantados. En estos últimos, existe otro factor que podría ser importante para el desarrollo de aneurismas: la inmunosupresión. Se ha demostrado que los esteroides pueden dañar la capa muscular de la arteria lo que lleva a un incremento en la incidencia de aneurismas (10, 11, 16).

En cuanto a los factores de riesgo, en nuestro estudio no evidenciamos relación entre el tiempo de uso de la fístula o el tiempo de permeabilidad de la FAV y la aparición de aneurisma (7). En la actualidad la evidencia científica proviene de casos clínicos y pequeñas series de casos, y aunque parece posible que existe una dilatación arterial tiempo-dependiente que no ha podido ser demostrada (11).

CLÍNICA

Los aneurismas de arteria humeral cursan habitualmente de manera asintomática y se diagnostican al aparecer complicaciones. En la revisión llevada a cabo por Fendri y colaboradores que incluye 21 artículos, de los cuales 17 eran casos clínicos; el 66% de los pacientes consultaron por dolor, en el contexto de isquemia aguda, debido a embolización distal o trombosis arterial; 14% presentaron parestesias, tanto por isquemia subaguda como por compresión de

estructuras nerviosas vecinas, y 29% estaban asintomáticos, como en el caso del paciente de 84 años que consultó en nuestro servicio por aparición de masa pulsátil de crecimiento progresivo en el brazo (Figs. 1 A y B). Funcionalmente la arteria braquial es similar a la arteria poplítea y es más plausible su trombosis o embolización distal que la rotura, de la que solo existe un caso descrito (5). En

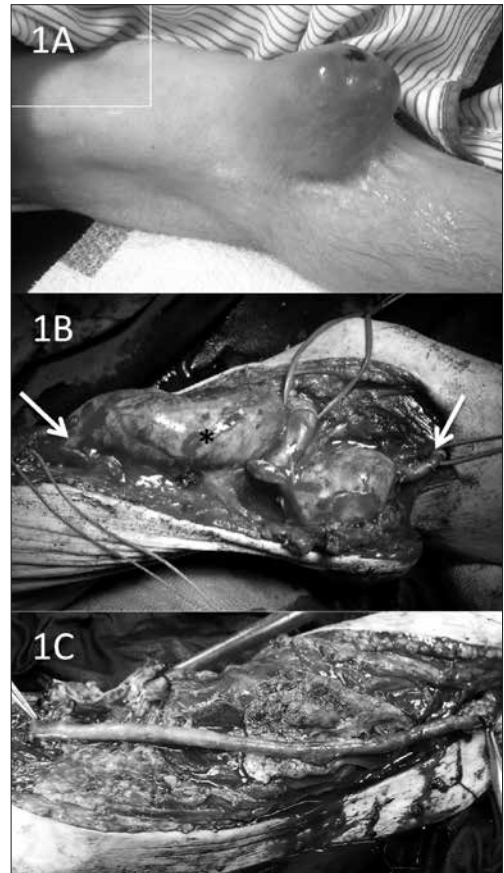


Fig. 1. Paciente de 84 años valorado en nuestro servicio en 2014. Antecedente de fístula arteriovenosa realizada en 1994 y fue ligada en 1999 tras realizarse un trasplante renal. 1. A. Aneurisma de arteria humeral. 1. B. Imagen intraoperatoria, aneurisma de arteria humeral, asterisco: aneurisma, flechas arteria humeral normal. 1. C. Imagen intraoperatoria bypass humero humeral con vena safena interna invertida.

casos de isquemia aguda florida es probable la progresión a gangrena distal que puede requerir amputación digital o del miembro completo (17).

DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

En la actualidad el eco Doppler es la herramienta más usada para la confirmación diagnóstica, en especial en el contexto de urgencia (17, 18). Aunque el Angio TC o la angiografía pueden ser útiles para la planificación quirúrgica –valoración de la colateralidad y de permeabilidad del lecho distal– en el caso de trombosis aguda, los pacientes tienen que ser cuidadosamente seleccionados por las posibles complicaciones del uso de contrastes iodados nefrotóxicos en esta población de pacientes con enfermedad renal (19).

TRATAMIENTO

El tratamiento está indicado en los pacientes con aneurismas de gran tamaño o sintomáticos. En la actualidad no existe una indicación en cuanto a diámetro, por lo que en aneurismas de pequeño tamaño parece sensato el seguimiento mediante eco-doppler.

La técnica de elección es la reparación quirúrgica usando vena safena invertida autóloga (Fig. 1 C) de cara a disminuir el riesgo de infección en estos pacientes inmunosuprimidos (4). Otras opciones de conducto son las venas de superficiales del brazo (cefálica o basilica), transposición de arteria femoral superficial o injertos protésicos (PTFe) como última opción.

SEGUIMIENTO

No existen en la actualidad un protocolo de seguimiento para estos pacientes, pero

parece razonable un seguimiento a largo plazo que incluya un examen físico y con ultrasonidos. Son necesarios más estudios y un mayor conocimiento de la evolución natural de la enfermedad para determinar la frecuencia de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bahcivan M, Yuksel A. Idiopathic true brachial artery aneurysm in a nine-month infant. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009;8:162-3.
2. Schunn C.D., Sullivan T.M. Brachial arteriomegaly and true aneurysmal degeneration: case report and literature review. *Vasc Med* 2002; 7: 25-7.
3. Gray RJ, Stone WM, Fowl RJ, Cherry KJ, Bower TC. Management of true aneurysms distal to the axillary artery. *J Vasc Surg* 1998; 4:606-10.
4. Fendri J, Palcau L, Cameliere L, Coffin O, Felisaz A, Gouicem D et al. True brachial artery aneurysm after arteriovenous fistula for hemodialysis : five cases and literature review. *Ann Vasc Surg*. 2017; 39 :228-35.
5. Marzelle J, Gashi V, Nguyen HD, Mouton A, Becquemin JP, Bourquelot P. Aneurysmal degeneration of the donor artery after vascular access. *J Vasc Surg* 2012; 55: 1052-7.
6. Chemla E, Nortley M, Morsy M. Brachial artery aneurysms associated with arteriovenous access for hemodialysis. *Semin Dial*. 2010;23:440-4.
7. Fuente R, Brizuela JA, Sanchez Af, Gutiérrez D, San Norberto EM, Vaquero C. Aneurysmal degeneration of brachial artery in kidney transplant recipients after arteriovenous fistula ligation. *Rev Port Cir Cardiotorac Vasc* 2015; 22:109-13.
8. Hunter W: The history of an aneurysm of the aorta with some remarks on aneurysms in general. *Trans Med Obstet Soc Phys* 1: 323, 1757.
9. Dammers R, Tordoir JH, Welten RJ, Kitslaar PJ, Hoeks AP. The effect of chronic flow changes on brachial artery diameter and shear stress in arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Int J Artif Organs* 2002; 25:124-8.
10. Sako T, Varco RL. Arteriovenous fistula : results of management of congenital and acquired forms, blood flow measurements and observations on proximal arterial degeneration. *Surgery* 1970;67:40-61.
11. Eugster T, Wigger P, Bölter S, Bock A, Hodel K, Stierli P. Brachial artery dilatation after arteriovenous fistulae in patients after renal transplantation: a 10-year follow-up with ultrasound scan. *J Vasc Surg*. 2003 Mar;37:564.
12. Lomonte C, Casucci F, Antonelli M, Giammaria B, Losurdo N, Marchio G et al. Is there a place for duplex screening of the brachial artery in the maturation of arteriovenous fistulas? *Semin Dial* 2005;18:243-6.

13. Mitchell GF, Parise H, Vita JA, Larson MG, Warner E, Keaney JF Jr *et al.*: Local shear stress and brachial artery flow-mediated dilation. The Framingham Heart Study. *Hypertension* 2004;44:134-9.
14. Castier Y, Lehoux S, Hu Y, Foteinos G, Tedgui A, Xu Q. Characterization of neointima lesions associated with arteriovenous fistulas in a mouse model. *Kidney Int.* 2006;70:315-20.
15. Hartung O, Garcia S, Alimi YS, Juhan C. Extensive arterial aneurysm developing after surgical closure of long-standing post-traumatic popliteal arteriovenous fistula. *J Vasc Surg* 2004; 39:889-92.
16. Reilly JM, Savage EB, Brophy CM, Tilson MD. Hydrocortisone rapidly induces aortic rupture in a genetically susceptible mouse. *Arch Surg.* 1990;125:707-9.
17. Timaran CH. Upper extremity aneurysms. In: Cronenwett and Johnston (eds) *Rutherford's vascular surgery*. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2010, pp.2128-39.
18. Hall HA, Minc S and Babrowski T. Peripheral artery aneurysm. *Surg Clin N Am* 2013; 93: 911-23.
19. Bahia S, Tomei F, Ozdemir B, Chemla ES. Acute limb ischemia due to focal brachial artery aneurysms complicating brachiocephalic arteriovenous fistula ligation: two recent case reports. *J Vasc Access.* 2014;15:427-30.

Aneurysms of the upper limb arteries after long-standing hemodialysis access

VIVIANA M. MANUEL, PEDRO MARTINS, PEDRO AMORIM, TONY SOARES AND LUIS MENDES PEDRO
Vascular Surgery Department, Hospital Santa Maria-CHLN. Lisbon Academic Medical Centre.
Lisbon. Portugal

INTRODUCTION

True isolated aneurysmal degeneration (AD) of the brachial artery is rare with an incidence of 0.17%. True AD of the donor artery seems to affect 4.5% of long-term arterio-venous fistulas (AVFs) for hemodialysis and might be associated with a history of renal transplant and immunosuppressive treatment (1, 2).

This is not a recent discovery, in fact Hippocrates was thought to have diagnosed

the first upper extremity aneurysm in 460 BC and in 200 AD, Galen differentiated between traumatic and occupational etiologies for forearm and hand aneurysms (3). In 1710, Anel supposedly was the first to have successfully treated a pseudoaneurysm of the brachial artery by proximal ligation (3). As for true AD of the brachial artery secondary to an AVF, Hunter was the first to have described this phenomenon in 1757 (4) (Fig. 1). However, although well known (Fig. 2) this is an under investigated arterial disease mechanism.

Medical Observations and Inquiries. 323

XXVII. *The History of an Aneurysm of the Aorta, with some Remarks on Aneurysms in general.* By William Hunter, M. D.

Fig. 1. Title page of William Hunter's 1757 paper on aneurysm pathophysiology (Trent Collection, Duke University) (5)

The vein will be dilated or become varicose, and it will have a pulsatile jarring motion on account of the stream from the artery. It will make a hissing noise, which will be found to correspond with the pulse The artery, I apprehend, will become longer in the arm and smaller at the wrist than it was in the natural state.¹²

Fig. 2. Excerpt relating to the pathophysiology of aneurysm degeneration caused by Arterio-Venous Fistulae (5).

PATHOPHYSIOLOGY

The mechanisms which lead to the donor artery's arterial remodeling have been thoroughly investigated by several authors. Sako e Vargo reporting on proximal aneurysm degeneration in 57 AVF's (32 congenital and 25 acquired), suggested that the mechanism was shear stress due to high blood flow, which results in wall shear (tangential) stress (6).

On later published studies, these hemodynamic changes were associated with endothelial mechanisms, which also lead to arterial wall dilatation. Nitric oxide (NO), prostacyclin and reactive oxygen species (ROS), among other endothelium-derived relaxing factors are released by the artery's endothelium in response to physiological shear versus circumferential wall stress, which contribute to the existing flow induced arteriomegaly (7). Eugster *et al.* found in their study, by comparing the diameter of the brachial artery on the same subject on both upper limbs, that only the upper limb with an AVF showed a dilatation, which indicates a local, rather than a systemic effect triggering dilatation of the artery (8).

In fact, immediately after the construction of the AVF one is able to substantiate these hemodynamic and biological mechanisms leading to pan arterial dilatation proximal to the site of the AVF. An arterial dilatation of up to 15 % of its original size is objectifiable within a day. Once the maturation process reaches the 28th day, the BA flow rate increases from 56.2 ± 20.0 to 720.4 ± 132.8 ml/min ($p < 0.0001$), and the internal diameter of the vessel expands from 4.3 ± 0.7 to 6.1 ± 0.8 mm ($p < 0.0001$) (9).

But how can we explain the shift between physiological arteriomegaly, secondary to the AVF's construction, and pathological AD. According to Kordzadeh *et al.*, three pathophysiological steps can explain this transition. Firstly, endothelial ROS production

contributes to release superoxide ions (O_2^-) which, associated with the arterial wall stress, that combine with NO. The resulting peroxynitrates cause upregulation of the matrix metalloproteinase (MMP-2) that leads to the persistence of vascular dilation by fragmentation of internal elastic lamina, which can culminate AD (7).

Secondly, several experimental studies have demonstrated that the arterial wall changes aren't limited to the intima and internal elastic lamina. In fact, degradation of the elastic fibers extends to the media by up to 35 % in a longitudinal and continuous direction, making it thinner and more fragmented. Furthermore, a longer duration of dialysis results in a 30-50 % reduction in the capacity of the vessel wall to vasoconstrict, this process is dependent on the smooth muscle downregulation due to a higher amount of calcium and phosphate deposition (7). The final turn in aneurysm formation is complemented by luminal thrombus that in itself causes further chronic inflammation, medial attenuation and elastic tissue disintegration. In fact, the pathology of the arterial walls of surgically resected arterial aneurysms is similar to that of arteriosclerotic aneurysms. Pathologic findings have shown relevant structural changes such as fragmentation of the elastic laminae, muscular atrophy and intima fibrotic thickening (10).

Thirdly, the long-term use of immunosuppression therapy results in negative vascular remodeling with distinctive effects on each layer of the artery and the risk of brachial artery dilatation is increased by the duration of immunosuppressive treatment. This remodeling is due to activation of a pro-inflammatory process dominated by Th1 and Th2 cytokines (7, 8). In addition, use of corticosteroids or use of certain immunosuppressive agents, especially sirolimus, may potentially weaken the scar tissue, predisposing to this clinical entity (8), as previously mentioned in studies regarding

abdominal aortic aneurysm (10). Eugster et al conducted a prospective study comparing brachial artery diameters after fistula ligation and renal transplant. Although the results did not have statistical significance, the mean diameter in renal transplant patients (6,6 mm) was larger than on patients who had not been submitted to transplant (5,8 mm) (8).

In conclusion, the arterial inflow to an AVF has a hyperdynamic pattern which, in association with biochemical mediators and immunosuppression therapy, induces the susceptibility to aneurysmal degeneration associated to increased atherosclerotic involvement. This arterial enlargement has been observed in functioning fistulae, but also after their ligation or thrombosis, leading us to the inference that the initial hemodynamic stimulus has put in motion several morphologic transformations that have endured through time, independent of the AVF's permeability (10).

CLINICAL PRESENTATION AND DIAGNOSTIC WORKUP

Most patients are male and in the 40-50th decade. Pain referred to the brachial aneurysm in association with a localized expansible mass is the most common clinical presentation in several published series and literature reviews (1, 2, 7, 10, 11, 12), which is in disagreement with earlier descriptions which suggested that most patients were asymptomatic at presentation (3, 13). Correlation between the aneurysm's diameter and the severity of the localized pain is noticed and larger aneurysms may cause radicular pain secondary to local nervous compression effects (median, ulnar and radial nerve) (7).

As the aneurysm's diameter increases, thrombus is formed adjacent to the aneurysm's wall, which may cause distal embolization and predispose to thrombosis. Nerve compression and paresthesia have also been

described occasionally, but rupture as the presenting clinical scenario is rare (12).

The strong association between renal transplantation/immunosuppression and the donor artery AD is very strong, averaging 100% in the published reviews (1, 2, 7, 10, 11, 12). As for the predisposing AVF's, in the review conducted by Kordzadeh *et al.*, they were used as access for hemodialysis for 4 and a half years before its ligation (median 54 months, range 6-300) and it took a median of 120 months to diagnose the aneurysmal degeneration. Most patients have experienced a previous hemodialysis access ligation or thrombosis (1, 2, 7, 11, 12), and only a few presented patent AVFs at the time of diagnosis. Most patients previous AVFs were radio-cephalic (1, 7, 11), however on Chemla *et al.*'s series, all 13 patients had previously had a brachiocephalic access (2).

Since most patients are renal insufficient or have been submitted to renal transplant, the risks of jeopardizing renal function by performing angiographic examinations is high. On the other hand, as the upper limb's vasculature is superficial, duplex examination of this territory is easily performed and with high diagnostic accuracy. In noncomplicated

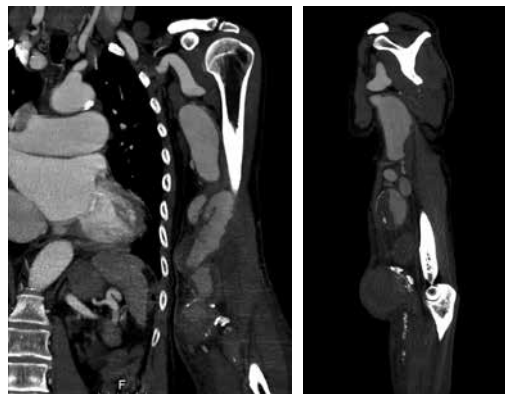


Fig. 3. CT-Angio depicting Coronal and Sagittal reconstructions of a complex donor artery aneurysm, post-renal transplant patient, with a previous ligation of a longstanding radio-cephalic AVF.

distal brachial aneurysms, pre-operative planning can be safely done with the sole use of a thorough duplex scan, which can assist the surgeon in determining the length of the aneurysm, define the surgical approach, assess flow and plan for optimal inflow and outflow locations of the graft. The administration of contrast in these patients should, therefore, be limited to the diagnostic workup of brachial aneurysms with abnormal outflow or to complex brachial artery aneurysms (Fig. 3) with more proximal involvement (with associated axillary or overall brachial AD), with the purpose of meticulous surgical planning.

INDICATIONS FOR TREATMENT

Despite suggestions about monitoring of asymptomatic cases (14) measuring less than 30 mm in size (11), thrombus within the aneurysm sac plays a vital role for early intervention, as 33 % of such cases become symptomatic. Hence, early repair irrespective of the aneurysm size might be highly advocated to avoid complications (7). Chemla *et al.* also conclude, after reviewing their case series results surgical techniques that an early treatment should have been favored, as in smaller diameter aneurysms a direct reconstruction without the need for a venous bypass was feasible (2). Once the AD becomes symptomatic, the surgical treatment must be carefully considered and planned.

SURGICAL TREATMENT

On all reported cases, aneurysm resection with interposition grafting (GSV preferred over PTFE) was the preferred choice of reconstruction (2, 7, 10). (Figs. 4 and 5) As for unusual surgical solutions, the first case portrayed in the literature of an

arterial transposition to exclude the brachial aneurysm using superficial femoral artery was performed by Fendri *et al.*, on a patient with no available venous conduit (12).

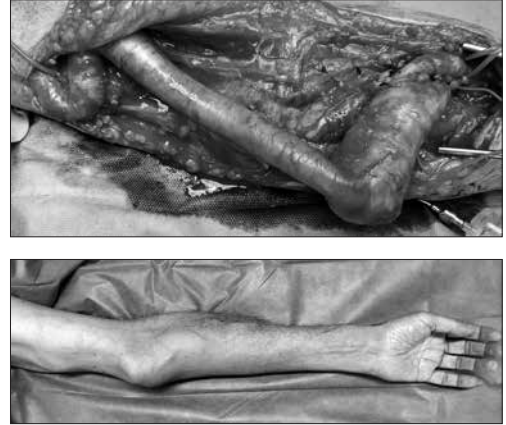


Fig. 4. Brachial aneurysm. The aneurysm was resected and a basilic vein interposition was performed.

Some studies state that it is better to realize the reconstruction with ipsilateral arm vein of the same affected limb when it is possible. Indeed, the literature considers this technique faster, decreases the morbidity and preserves GSV for future intervention in the arm or any other vascular reconstruction. Moreover, it can be realized with loco-regional blocks instead of a general anesthesia (2, 11, 12).

As for long term patency of these surgical reconstructions, Martins *et al.* describes a small series of 6 cases. Regarding surgical options, one direct reconstruction was performed, the remaining 5 patients were submitted to interpositions. The conduit of choice was the autologous venous graft, saphenous vein was used in two patients and basilic vein in another two patients; on the remaining patient PTFE was employed due to lack of available venous conduit. During follow-up, no graft thrombosis was observed. A tendency towards autologous graft dilatation, which motivated surgical

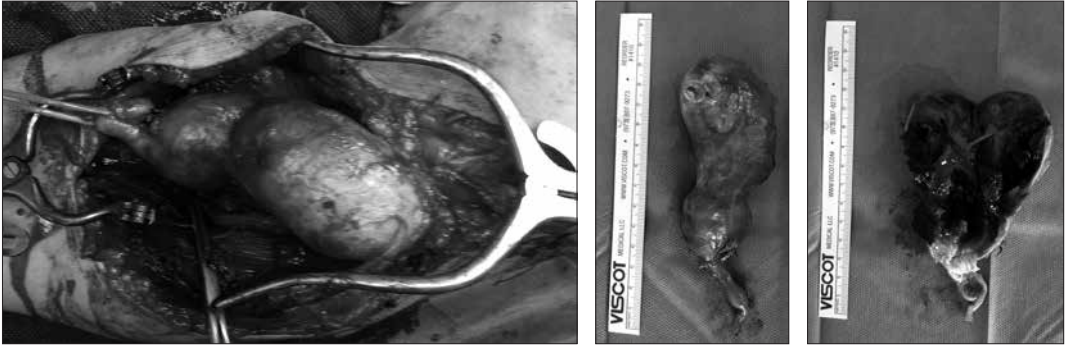


Fig. 5. **Thrombosed brachial aneurysm, with limited runoff to the interosseous artery, due to previous atheroembolism to the radial and cubital arteries. The aneurysm was resected and a saphenous vein interposition was performed.**

re-intervention in one patient, was observed on most cases, with larger diameters identified on the basilic vein grafts (10). These results replicate the concepts achieved through infrainguinal revascularization procedures due to atherosclerotic disease. The venous graft is the conduit of choice due to its best long-term outcomes and patency adjacent to joint flexion and extension, associated with a lower risk of infection.

ENDOVASCULAR OPTIONS

Successful endovascular exclusion of a true aneurysm of the brachial artery has rarely been undertaken. An endoluminal approach is dependent on the tortuosity of the artery as well as the arterial involvement's extent and is limited by its close proximity to the elbow or shoulder joint and the superficial location of the distal brachial artery. Moreover, the compression effect on the upper limb nerves is not addressed using this therapeutic method and the risk of embolization cannot be undervalued since most aneurysms have a considerable amount of mural thrombus. In addition to all aforementioned factors, graft sizing and delivery system remains a limiting component of endovascular repair, especially

in smaller diameter vessels of the upper limb (12, 15).

Open surgery is by far the preferred approach to treating these patients. In fact, after a thorough search, only one case of endovascular treatment has been described. Maynar *et al.*, have published the case report of a 46 year old post-renal transplant patient, who had a distal brachial aneurysm after having had an AVF on the same limb. After consultation, the aneurysm length was considered too long for an open reconstruction and the patient submitted to endovascular exclusion of the aneurysm, which remained patent at 8 months' follow-up (16).

The authors believe that the carefully tailored selection of stent-grafts of different diameter and lengths is crucial in order to achieve a successful exclusion of this type of aneurysm. The compromise between radial force, deformation-resistance and accommodation of the natural motion of the upper limb has also to be taken into consideration (16).

CONCLUSION

The inflow arteries of longstanding AVF's may become dilated and ultimately develop

a true aneurysm. Brachial artery aneurysm may be caused by the expansive remodeling triggered by the high flow rates and the shear stress proximal to the AVF. Longer life expectancy of renal transplant patients and the arterial wall degenerative effects of immunosuppressant therapy have enabled the resulting AD to be observed.

It is largely accepted that revascularization procedures can be safely accomplished, with excellent outcomes and long-term patency. Smaller diameter aneurysms can be corrected using less invasive approaches and with straightforward surgical techniques, with less overall peri-operative risk for the patient. Therefore, this leads us to conclude that although clear threshold for treatment is yet to be established, smaller diameter asymptomatic aneurysms should be treated before symptoms arise and outflow is threatened. The conduit of choice should be the autologous venous graft, but rigorous follow-up must be undertaken, due to the graft's AD potential.

BIBLIOGRAPHY

1. Marzelle J, Gashi V, Nguyen HD, Mouton A, Becquemin JP, Bourquelot P. Aneurysmal degeneration of the donor artery after vascular access. *J Vasc Surg* 2012;55:1052-7.
2. Chemla E, Nortley M, Morsy M. Brachial artery aneurysms associated with arteriovenous access for hemodialysis. *Semin Dial* 2010;23:440-4.
3. Clark ET, Mass DP, Bassiouny HS, Zarins CK, Gewertz BL. True aneurysmal disease in the hand and upper extremity. *Ann Vasc Surg*. 1991;5(3):276-281.
4. Hunter W. The history of an aneurysm of the aorta with some remarks on aneurysm in general. *Trans Med Obstet Soc Phys Lond*. 1757;1:323.
5. Chitwood WR Jr. John and William Hunter on aneurysms. *Arch Surg*. 1977 Jul;112(7):829-36.
6. Sako T, Varco RL. Arteriovenous fistula: results of management of congenital and acquired forms, blood flow measurements, and observations on proximal arterial degeneration. *Surgery* 1970;67:40-61.
7. Kordzadeh A, D'Espiney Barbara RM, Ahmad AS, Hanif MA, Panayiotopoulos YP. Donor artery aneurysm formation following the ligation of hemodialysis arteriovenous fistula: a systematic review and case reports. *J Vasc Access* 2015;16:5-12.
8. Eugster T, Wigger P, Bölter S, Bock A, Hodel K, Stierli P. Brachial artery dilatation after arteriovenous fistulae in patients after renal transplantation: a 10-year follow-up with ultrasound scan. *J Vasc Surg* 2003;37:564-7.
9. Lomonte C, Casucci F, Antonelli M, et al. Is there a place for duplex screening of the brachial artery in the maturation of arteriovenous fistulas? *Semin Dial*. 2005;18(3):243-246.
10. Martins P, Ferreira T, Manuel V, Tiago J, Silvestre L, et al. Aneurisma umeral em doentes com transplante renal. *Angiol Cir Vasc*. 2014;10(2):58-63
11. Mestres G, Fontserè N, Yugueros X, Tarazona M, Ortiz I, Riambau V. Aneurysmal degeneration of the inflow artery after arteriovenous access for hemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2014;48:592-6.
12. Fendri J, Palcau L, Cameliere L, Coffin OI, Felisaz A, et al. True Brachial Artery Aneurysm after Arteriovenous Fistula for Hemodialysis: Five Cases and Literature Review. *Ann Vasc Surg*. 2017 Feb;39:228-235. doi: 10.1016/j.avsg.2016.05.115. Epub 2016 Aug 12.
13. Ghazi MA, Khan AM, Akram Y, et al. Brachial artery aneurysm. *JMAJ*. 2006;49(4):173-175.
14. Gray RJ, Stone WM, Fowl RJ, Cherry KJ, Bower TC. Management of true aneurysms distal to the axillary artery. *J Vasc Surg*. 1998 Oct;28(4):606-10.
15. Khalid U, Parkinson F, Mohiuddin K, Davies P, Woolgar J. Brachial artery aneurysms following brachio-cephalic AV fistula ligation. *J Vasc Access*. 2014;15(1):22-24.
16. Maynar M, Sanchez-Alvarez E, Qian Z, López-Benitez R, Long D, Zerolo-Saez I. Percutaneous Endovascular Treatment of a Brachial Artery Aneurysm. *EJVES Extra* 2003;6:15-9.

Tratamiento endovascular de las complicaciones de los accesos de hemodiálisis

CARLOS VAQUERO, LOURDES DEL RÍO, ENRIQUE SAN NORBERTO, ELENA GARCÍA, MANUEL DÍEZ, CRISTIAN HERNÁNDEZ Y LILIANA FIDALGO
Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

Los accesos de hemodiálisis fundamentalmente por fibrosis de la pared del vaso, generalmente el venoso, sufren procesos de estenosis por fibrosis de la zona. Por otro lado, en las zonas de punción, es posible que se puedan desarrollar procesos estenóticos por los procesos de cicatrización tras el traumatismo vascular postpunción. Considerar que estas situaciones de oclusión parcial y en algunos casos total de los accesos vasculares se pueden considerar como una evolución en muchos casos fisiopatológica de los accesos más que una complicación en sí.

De todas formas, lo que se trata es de mantener un acceso de hemodiálisis funcional y por lo tanto, que el mismo proporcione un débito suficiente para realizar la depuración de la sangre, y por otra parte un acceso técnico factible que permita su disponibilidad de utilización.

Se encuentran zonas del acceso ya sean a nivel del segmento arterial o venoso que están parcialmente o totalmente ocluidas, pero que es posible su repermeabilización mediante la utilización de técnicas mínimamente invasivas a través de punciones poco agresivas, que permiten realizar tratamientos revascularizadores ampliando la luz del vaso. Son los denominados de alta presión que permiten inflados con gran fuerza de distensión del balón que pueden romper las zonas estenosadas, fuertemente fibrosadas.

Las técnicas a emplear serían:

1. **Angioplastia simple** de la lesión, mediante la utilización de balones de alta presión. La técnica sería la punción de la fístula o acceso, cateterización y colocación de un introductor de 6F, colocación en la estenosis de una guía y la colocación de un balón de angioplastia de alta presión que se hincha con jeringa de presión.

Los balones más frecuentemente utilizados son:

- Conquest de Bard que puede llegar a 30 atmósferas.
- Marauder.
- BlueMax 20.
- Powerflex Extreme.
- Workhorse.
- Powerflex P3.

En las fibrosis organizadas con engrosamiento de la pared y con dificultades a la dilatación con el procedimiento standard la utilización de cutting balón que permite sectionar las zonas induradas puede mostrarse como una buena alternativa técnica.



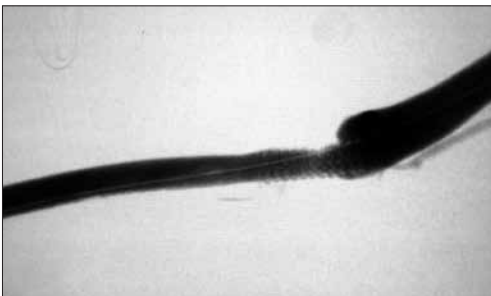
Tratamiento de una estenosis de un acceso de hemodiálisis mediante angioplastia.

2. **Colocación de un Stent** en los casos que sea necesario estabilizar la dilatación previa. No existe una especial predilección para la selección del stent. Sin embargo hay que considerar que las lesiones estenosantes suelen ser fibrosas e induradas por una parte, donde los stent expandibles por balón serían los más indicados, pero por otra, se necesita a nivel de la implantación cierta flexibilidad de la zona y más cuando las lesiones estenóticas se ubican

en los segmentos de anastomosis de los accesos. El criterio de elección se basará en el tipo de lesión, extensión, ubicación y posibilidades técnicas. Los stent a implantar se recomiendan que se extiendan más allá de las lesiones, sobre todo, considerando que los segmentos arterializados deberán ser puncionados para obtener el componente hemático a dializar.

DISCUSIÓN

El tratamiento endovascular de las lesiones estenosantes de los accesos de hemodiálisis parece ser una propuesta interesante y atractiva a la hora de tratar este tipo de lesiones. Sin embargo, hay que realizar la consideración que el problema no se puede considerar exclusivamente un problema morfológico con un tratamiento mecánico como algunos especialistas consideran en su tratamiento, sino más bien un proceso fisiopatológico basado en un soporte biológico donde las lesiones estenosantes se han causado en multitud de ocasiones en el propio procedimiento previo donde en la creación del acceso se ha realizado un exhaustiva disección sobre todo del segmento venoso, privando a este en cortos segmentos de su vascularización por los *vasa vasorum*, y por lo tanto ya favoreciendo una futura esclerosis del vaso. Este tipo de lesiones tenderán a la reestenosis en periodos cortos de tiempo por lo que hay que considerar que cuando se realizan seguimientos de



Tratamiento de una estenosis de una FAVI mediante implantación de stent.

estos pacientes la duración de la eficacia del gesto revascularizador es escaso. Por otro lado, dilatar zonas estenosadas y esclerosadas por la agresión del segmento a utilizar, mediante su punción crea en ellas verdaderas cicatrices del vaso con la presencia de trombos en muchos casos y en especial en zonas dilatadas, donde también la eficacia del procedimiento puede ser fugaz. La implantación de sistemas de soporte como stent permite mantener abierta la zona dilatada, pero se implanta material extraño que dificulta las cualidades de flexibilidad del segmento a la vez que impide la punción del segmento donde se encuentre el stent.

BIBLIOGRAFÍA

- Guerra A, Raynaud A, Beyssen, Pagny JY, Sapoval CA. Arterial percutaneous angioplasty in upper limbs with vascular access devices for hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:843-51.
- Mickley V. Stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulae and grafts: the surgeon's point of view. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:309-11.
- Tessitore N, Lipari G, Poli A, Bedogna V, Baggio E, Loschiavo C, Mansueto G, Lupo A. Can blood flow surveillance and pre-emptive repair of subclinical stenosis prolong the useful life of arteriovenous fistulae? A randomized controlled study. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:2325-33.
- Tynan-Cuisiner G, Berman SS. Advances in endovascular techniques to treat failing and failed hemodialysis access. *J Endovasc Ther.* 2004;11 Suppl 2:1134-9.

Vaquero C, González JA, Gutiérrez V, Carrera S, Del Río L, Blanco I, Ibáñez MA, Cenizo N, San Norberto EM, Brizuela. Prevención tromboembólica del acceso vascular. *Angiología* 2005 57 (supl 2):S243-S252.

Yoffe B, Behar DJ, Scheinowitz M, Rabin AM. A new mechanical device for declotting of hemodialysis access grafts. *J Endovasc ther* 2005;12:215-23.



Acceso de hemodialisis que presenta una estenosis susceptible de tratamiento endovascular.

Indicaciones en la utilización de catéteres venosos centrales de forma permanente para hemodiálisis

CARLOS VAQUERO, LOURDES DEL RÍO, ENRIQUE SAN NORBERTO, JOSÉ ANTONIO BRIZUELA, ISABEL DEL BLANCO Y LAURA SAIZ

Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Servicio de Nefrología. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que se suscita en la terapia con hemodiálisis, es la obtención y mantenimiento de una forma continuada de la posibilidad de disponer de un abordaje vascular que permita realizar una depuración extrarrenal en las mejores condiciones posibles para el paciente.

Se acepta de forma generalizada que una fístula arterio-venosa interna (FAVI) constituye el acceso vascular permanente de elección en estos pacientes, pero no es excepcional el hecho que puedan producirse situaciones clínicas en las que la disponibilidad y uso de este acceso vascular no pueda llevarse a cabo, tanto a corto como a largo plazo, dadas, entre otras circunstancias, la variabilidad del tipo de pacientes que, bien por su edad o por la patología de base que presentan al alcanzar el estadio terminal de la insuficiencia renal crónica (IRC), hacen difícil, si no imposible en ocasiones, dispone de una fístula arterio-venosa funcionalmente adecuada.

Los catéteres venosos centrales se han utilizado desde hace años como abordaje vascular temporal en pacientes que requieren depuración extrarrenal inmediata, bien en el seno de un fracaso renal agudo, o bien como en aquellos pacientes que, en insuficiencia renal terminal, requieren un acceso vascular

inmediato de forma satisfactoria. Así, pueden enumerarse algunas de las indicaciones más relevantes para el uso de catéteres venoso centrales en hemodiálisis. Entre estas estarían el fallo de la fístula arteriovenosa, la ausencia de fístula arteriovenosa en insuficiencia renal crónica terminal no conocida o diagnosticada hasta entonces, la infección de los shunts protésicos, la de un catéter preexistente, la desinserción de un catéter preexistente, el flujo insuficiente de un catéter preexistente y el cambio de terapia dialítica peritoneal a hemodiálisis. Entre las características o aspectos más característicos que conforman este tipo de acceso vascular se encuentran, el representar un acceso inmediato tras su colocación, el conseguir un alto flujo sanguíneo, el eliminar la necesidad de venipunción repetida, el eliminar el denominado síndrome de robo vascular y el no ejercer un efecto adverso sobre la función cardíaca. La utilización de catéteres para hemodiálisis ha representado una alternativa a la fístula arterio-venosa, realizándose una gran implantación de catéteres en los países civilizados llegando a alcanzar porcentajes del 60 % y representando el 60 % de las hemodiálisis iniciales y el 30 % de las hemodiálisis de mantenimiento.

Se pueden citar tres criterios de buena calidad siguiendo las orientaciones de Page que debería reunir un acceso vascular como sería que el lugar de implantación debería

estar en zona apropiada, a distancia de un pliegue cutáneo y poderse mantener la movilidad y autonomía del paciente, la naturaleza de los materiales empleados deberían evitar complicaciones traumáticas trombóticas, y que el acceso debe permitir obtener un débito sanguíneo importante, con la mínima recirculación posible, al fin de optimizar la eficiencia de la hemodiálisis.

La disponibilidad actual de nuevos tipos de materiales en la confección de catéteres venosos centrales, ha reducido la tasa de complicaciones, lo que ha posibilitado su uso en soluciones prolongadas, siendo sus resultados bastante satisfactorios. Si bien no existe un consenso aceptado de indicaciones de catéteres venosos centrales para uso permanente, siendo recientemente muy restringidas en algunos protocolos, se pueden tener en cuenta y ser valoradas actualmente y en un futuro otras situaciones clínicas potencialmente relevantes.

Serían indicaciones de primera intención el fracaso renal agudo o crónico reagudizado que precise diálisis urgente, cuando no es posible el uso de una FAVI (en espera, desarrollo o por imposibilidad de realización), hemodiálisis de corto periodo (en espera de trasplante renal menor a 4 semanas). La duración vital prevista en tratamiento con hemodiálisis, en la que existe una expectativa de vida muy limitada indicando algunos inferior a un año, comprende pacientes con síndromes neoplásicos avanzados, estado general del paciente extremadamente deficiente, edad avanzada del enfermo, donde aún considerando de elección inicial un abordaje vascular periférico, se puede sopesar en esta indicación la coexistencia de un estado cardiovascular deficiente, así como un estado general desfavorable. También sería indicación de primera intención, la duración prevista de tratamiento con hemodiálisis, en la que esta terapia supone un periodo más o menos corto para el paciente, comprendiendo pacientes trasplantados de donante

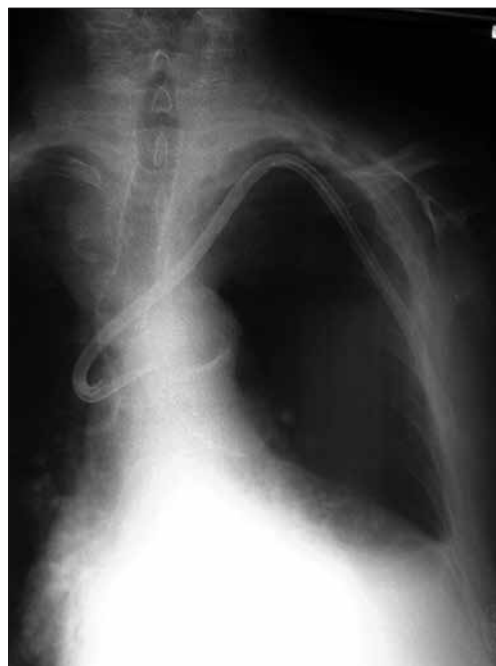


Imagen fluoroscópica de un catéter venoso de hemodiálisis implantado desde las venas del lado izquierdo.

vivo, tras una o dos sesiones de hemodiálisis, pacientes con insuficiencia renal crónica descubierta al final de su evolución y en la que no existe acceso vascular, mientras se valora y se establece este, pacientes infantiles en espera de trasplante renal, fracaso renal agudo que requiere hemodiálisis y que presenta problemas de hemostasia, o necesidad de plasmáferesis o de nutrición parenteral. Mal estado general que contraindica la realización de FAVI y el deseo expreso del paciente.

Serían indicaciones de segunda intención, es decir forzadas por una situación adversa, la imposibilidad de abordaje vascular periférico, en pacientes diabéticos con vasculopatía severa, pacientes con nefroangioesclerosis importante o pacientes muy ancianos con una lenta maduración de FAVI. También sería indicación de segunda intención, la intolerancia aun acceso vascular preexistente, que se produciría en

pacientes con enfermedad cardiovascular severa, en las que puede sobrevenir la aparición de una insuficiencia cardíaca descompensada por la FAVI o la aparición de una isquemia vascular distal y otras indicaciones a tener en cuenta como sería el rechazo de algunos pacientes a venipunciones repetidas sobre el acceso vascular, y en aquellos casos que, por venipunción repetida, pueden suponer grave riesgo de exposición e infección del personal, por punción accidental, en pacientes que presentan patología infecciosa con vía de transmisión hemática, entre otras.

Sobre las características físicas de los catéteres, mencionar que los hay no tunelizados para usos de periodos menores a 3 o 4 semanas, de perfil semirrígido, contruidos

con poliuretano. Les hay rectos o curvos (rectos para femorales y curvos para yugulares y subclavias). En longitudes comprendidas de 15-25 cm de longitud. Suelen ser de empleo inmediato. Presentan un mayor riesgo de infección.

Los tunelizados utilizados en uso previstos mayores a las 4 semanas, son flexibles, de estructura mixta de poliuretano y dacron. Sus formas son rectos o curvos. La longitud de 15 a 25 cm y se pueden emplear de 24 a 48 horas de su implante.

El material es importante ya que existen determinadas soluciones antisépticas que son incompatibles con el mismo, produciendo degradación o rotura como la povidona yodada.



Distintos tipos de catéteres de hemodiálisis.

En relación al diseño les hay con respecto a su luz en base a cuya sección transversal de doble D, doble O. No se colapsan ante presiones muy negativas o en los acodamientos. Considerar el calibre interno menor. Les hay de diseño mixto con sección arterial circular y venosa en semiluna. Tienen un orificio lateral del extremo arterial y la distancia entre el orificio arterial y venoso es mayor a 2,5 cm.

Existen de diseño precurvado que no son adecuados para individuos de talla no estándar. Los estudios comparativos entre los diferentes catéteres no han demostrado diferencias significativas, por lo que cada profesional utiliza el modelo que considera más adecuado de acuerdo a su experiencia.

Es necesario hacer mención de las características a reseñar de un catéter venoso

central para una utilización permanente, como es la que sea un catéter de doble luz, sin que parezca haber un modelo superior a otro de los existentes en el mercado hasta ahora, como para recomendar uno concreto, y ser colocado preferentemente en la vena yugular, a ser posible en localización derecha. Es necesario en este punto referir la posibilidad de fibrosis y estenosis de una vena yugular en el sitio de inserción de un catéter cuando se retira éste, que impida posteriormente la recolocación de otro, por lo que puede ser importante plantearse el uso de estas venas con catéteres transitorios con el paciente con insuficiencia renal crónica. Por último, no olvidar ciertas obligaciones inherentes a la utilización de este tipo de catéteres a largo plazo, como es la de aumentar el trabajo de enfermería si se quiere un uso de los mismos con un mínimo de problemas; necesidad de técnicas de conexión adaptadas a estos catéteres; alargamiento, en algunos casos, de la duración de las sesiones de diálisis por los problemas de flujo que pueden irse desarrollando; y el costo de las complicaciones, básicamente problemas trombóticos e infecciosos, que pueden sobrevenir, así como hospitalizaciones requeridas.

La implantación de los catéteres deben de ser realizados por personal facultativo entrenado en la técnica, en condiciones asépticas en una sala con control de imagen. Implantados inmediatamente antes de su utilización y retirarse cuando dejen de ser necesarios. La punta del catéter debe situarse en la entrada de la aurícula para los no tunelizados y en la aurícula para los tunelizados. Como lugares de implantación deben de preferirse venas yugulares internas tanto derecha como izquierda, en yugulares externas, venas subclavas o derecha o izquierda y las venas femorales derecha e izquierda como recurso. La vena yugular interna es la elegida en primer lugar debido a su accesibilidad y al menor número de complicaciones. La vena subclavia debe canalizarse cuando las demás vías ya ha sido agotadas, ya



Implantación de un catéter permanente.

que se asocia a un elevado número de estenosis. Se debe de evitar las venas subclavas en pacientes con AV permanente. También se debe evitar la yugular y la subclavia ipsilateral cuando la FAVI está en fase de maduración.

Con respecto a los catéteres temporales, no deben implantarse en vena subclavia por el riesgo de hemo-neumotórax, posibilidad de estenosis o trombosis en un 50 % de los casos, riesgo de embolia pulmonar en un 9-12 % de los pacientes. No implantarse en la vena yugular derecha. Existe un riesgo de incremento de la incidencia de malfuncionamiento del catéter permanente. No deben implantarse en la vena femoral más de 48 horas.

Con respecto a la técnica a desarrollar hay que elegir la vena a canalizar, aplicar a la piel un antiséptico, dejándolo actuar al menos 3 minutos. Realizar una anestesia local de la piel y del tejido circundante. En la técnica percutánea, se inserta una aguja n.º 21 y una vez localizada la vena se introduce una guía metálica a través de la misma y se retira la aguja. Se introduce el dilatador y posteriormente el catéter que previamente habrá sido tunelizado. En la técnica abierta: disección de la vena e introducir el catéter previamente tunelizado.

La punta del catéter se debe situar entre la unión de la vena cava superior con la aurícula derecha evitando que toque la válvula tricúspide.



Catéter permanente implantado a un paciente.

En el control de cateterización, se pueden emplear ultrasonidos que reduce su uso las tasas de complicaciones asociadas a la punción venosa y la de fracasos de colocación, teniendo en cuenta que se cifran en un 27 % de variaciones anatómicas de la vena yugular interna respecto a la arteria carótida y 18 % la tasa de trombosis de la misma. La posición de la punta del catéter debe ser comprobada por fluoroscopia o radiografía en caso de disfunción del catéter. La recolocación debe ser precoz. La realización de radiografía de tórax rutinaria tras la colocación es aconsejable.

Con respecto a la manipulación, estos catéteres deben de utilizarse solo para hemodiálisis. La conexión y desconexión se debe realizar con medidas de asepsia por personal especializado. El sellado de las luces del catéter se realiza con heparina. También son válidos el citrato, poligelina y la urokinasa (aunque mucho más costosos). Los cuidados de la piel periférica son esenciales. En los catéteres tunelizados el orificio de salida debe curarse al menos 1 vez por semana y cubrirse con un apósito que evite la maceración. Los extremos del catéter deben cubrirse con un apósito diferente para evitar las tracciones. Como antiséptico es recomendable la clorhexidina al 2 % ya que la povidona yodada necesita al menos tres minutos para ejercer su acción, es bacteriostática y puede ser perjudicial para el

catéter. No es conveniente sumergir el catéter en el agua. Está permitido ducharse siempre y cuando se tomen las precauciones adecuadas para evitar la infección del catéter (empleo de un recubrimiento impermeable).

El seguimiento se realizará en cada sesión de diálisis. La inversión de las vías arterial y venosa aumenta la recirculación reduce la eficacia de las diálisis. No se recomiendan cultivos rutinarios en ausencia de signos infecciosos como los clínicos con síntomas de inflamación, edema o dolor o funcionales con registro de presiones y flujos.

La sustitución o retirada se realizará con la existencia de un nuevo acceso vascular con buen funcionamiento durante por lo menos 2-3 sesiones, después del trasplante renal (5 días). Cuando el catéter no funcione, cuando el catéter esté infectado.

La sustitución rutinaria de los catéteres no tunelizados no previene las infecciones del catéter ni del orificio cutáneo.

Los catéteres no tunelizados en femorales han de ser retirados antes de los 7 días.

Cuando se recambie el catéter con guía metálica no es recomendable utilizar el mismo orificio de salida.

Las complicaciones derivadas de los catéteres de hemodiálisis se pueden presentar de forma aguda como la existencia de hematoma, punción arterial accidental y sus posibles consecuencias, pseudoaneurismas, neumotórax, neumomediastino, taponamiento cardíaco, rotura cardíaca, embolismo aéreo, arritmias cardíacas, parálisis del nervio recurrente laríngeo, embolismo del catéter, rotura del catéter, reacciones a la anestesia local, reacciones vagales, etc. Se pueden presentar complicaciones de forma crónica o tardía desarrollando estenosis y trombosis de la vena y las infecciones, hemotórax, hemopericardio, rotura del catéter y embolización del mismo.

Existe la posibilidad de mal funcionamiento del catéter presentando una disfunción por la imposibilidad de obtener o mantener

un lujo de sangre extracorpóreo adecuado (< 250 ml/m) para realizar una sesión de diálisis. Esta situación se puede presentar de forma precoz que puede ser por acodamiento del catéter o malposición de la punta o de forma tardía por trombosis intraluminal o pericatóter. Los catéteres venosos centrales no tunelizados con disfunción que no se resuelve con lavados con jeringa deben ser sustituidos mediante guía. La fibrinólisis de un catéter no tunelizado es más cara que un nuevo catéter y tiene más riesgo de sangrado por los que debe evitarse. La trombosis de un catéter venoso central tunelizado puede ser tratada con lavados enérgicos con suero fisiológico, terapia fibrinolítica intraluminal o sistémica, terapia mecánica intraluminal, ordeño pericatóter con un lazo y cambio del catéter.

Las infecciones son las complicaciones más frecuentes y en especial más en los implantados en vena femoral que en vena yugular. Suele ser la causa más frecuente de retirada del catéter y de otras complicaciones como osteomielitis, endocarditis y muerte. El germen más frecuente es el *Staphylococcus aureus* (82 %). Se puede producir una bacteriemia. Aislamiento del mismo microorganismo en sangre y en el catéter por un método semicuantitativo (15 UFC) o cuantitativo (1000 UFC) en ausencia de otro foco infeccioso. También se puede producir tunelitis: signos inflamatorios y exudado purulento desde el dacron hasta el orificio de salida. Otra situación es la infección del orificio de salida de catéter con la presencia de exudado purulento en el orificio de salida sin repercusión sistémica.

Ante la aparición de fiebre en un paciente portador de un catéter venoso central deben extraerse hemocultivos de sangre periférica y de ambas ramas del catéter. Las extracciones deben ser simultáneas y cultivarse mediante técnicas cuantitativas si es posible. En los casos de infección grave o cuando no se retira el catéter, ha de iniciarse antibioterapia empírica

a la espera de resultados microbiológicos. El tratamiento conservador sin retirada del catéter es aceptable en catéteres tunelizados infectados por microorganismos habituales. Ha de usarse antibioterapia sistémica asociada al sellado intraluminal del catéter con antibióticos adecuados. El sellado intraluminal con antibióticos no asociado a terapia sistémica no es efectivo. El catéter ha de ser retirado inmediatamente si existe shock séptico, bacteriemia con descompensación hemodinámica o tunelitis con fiebre.

BIBLIOGRAFÍA

- Blake PG, Huraib S, Wu G, Uldall PR. The use of dual lumen jugular venous catheter as definitive long term access for haemodialysis. *Int J Artif Organs* 13:26-31. 1990.
- Canaud B, Leray H, Béraud JJ, Mion Ch. Accès vasculaire temporaire du périphérique au central, du temporaire au permanent. *Néphrologie* 15:53-59. 1994.
- Canaud B, Saunier F, Béraud JJ, Joyeux H, Mion C. La cannulation yugulaire interne avec deux cathéters silasíc. Une nouvelle méthode d'accès vasculaire pour hémodialyse. *Néphrologie* 7:5761. 1986.
- Davidson I. On call in. *Vascular Access. Surgical and radiological procedures.* Landes Company. Georgetown. Texas. USA. 1996.
- Donnelly PK, Hoenich NA, Lennard TWJ, Proud G, Taylor RMR. Surgical management of long-term central venous access in uraemic patients. *Nephrol Dial Transplant* 3:57-65. 1988.
- Dunea G. Vasculorama: highlights from the vascular access literature. *The Journal of Vascular Access.* 1:41. 2000.
- Dunn J, Nylander VV, Richie R. Central venous dialysis access: experience with a dual-lumen, silicone rubber catheter. *Surgery* vol 102, 5:784-789. 1987.
- Gibson SP, Mosquer D. Five years experience with the Quinton Permcath for vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 6:269274. 1991.
- Henry ML. *Vascular access for hemodialysis.* V. WL Gore & Associates Inc. USA 1997.
- Henry ML. *Vascular access for hemodialysis.* VI. WL Gore & Associates Inc. USA 1999.
- Jean G, Chazot C, Vanel T, Charra B, Terrat JC, Calemard E, Laurent G. Central venous catheters for hemodialysis: looking for optimal blood flow. *Nephrol Dial Transplant* 12:1689-1691. 1997.
- Labeeuw M, Caillette A, Gimenez E, Tabakian A. Cathéters centraux: un abord temporaire pour un usage définitif? *Néphrologie* 15:91-94. 1994.

- McLaughlin K, Jones B, Mactier R, Proteus C. Long-term vascular access for hemodialysis using silicon dual-lumen catheters with guidewire replacement of catheters for technique salvage. *Am J Kidney Dis* 29,4:553-559.1997.
- Moss AH, McLaughlin MM, Lempert KD, Holley JL. Use of a silicone catheter with a Dacron cuff for dialysis short-term vascular access. *Am J Kidney Dis* 12,6:492-498.1988.
- Ozpak B, Yilmaz Y. Arteriovenous fistulas ipsilateral to internal jugular catheters for hemodialysis have decreased patency rates. *Vascular*. 2019;27(3):270-276.
- Page B, Legendre C, Souissi M, Moreau JF. Doubles cathétères fémoraux tunnellisés: accès vasculaire de secours pur l'hémodialyse. *Néphrologie* 15:83-85.1994.
- Purchez T, Morinière Ph, Fournier A, Pietri J. Use of Permcath (Quinton) catheter in uraemic patients in whom the creation of conventional vascular access for haemodialysis is difficult. *Nephron* 53:297-302.1989.
- Schwab SJ, Buller GL, McCann RL, Bollinger RR, Stickel DL. Prospective evaluation of a dracon cuffed hemodialysis catheter for prolonged use. *Am J Kidney Dis* 11,2:166-169.1988.
- Shusterman NH, Kloss K, Mullen JL. Successful use of double-lumen, silicone rubber catheters for permanent hemodialysis access. *Kidney Int* 35:887-890.1989.
- Sulkowski U, Schulte H. Arguments in favour of a homologous concept for hemodialysis access procedures. Feasibility and results. *Eur J Vasc Endovasc surg.* 26, 96-99.2003.
- Toulon J, Broyet C, Diab N, Favre JP, Gournier JP, Jurine J, Barral X, Berthoux F. Trois ans et demi d'expérience en hémodialyse avec 37 Permcath sans infection ou thrombose définitive. *Néphrologie* 15:95-100.1994.
- Twardowski ZJ. Vascular access for hemodialysis: an historical perspective of intravenous catheters. *The Journal of Vascular Access.* 1: 42-45. 2000.

Sistemas especiales para la realización de accesos de hemodiálisis

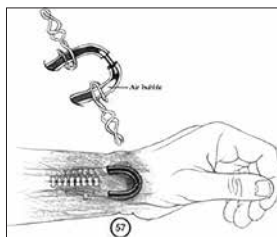
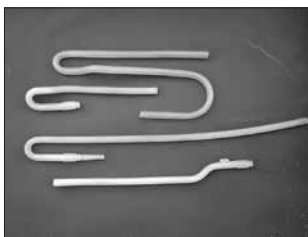
CARLOS VAQUERO, ISABEL ESTÉVEZ, LOURDES DEL RÍO, PALOMA DE MARINO
Y ENRIQUE SAN NORBERTO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid. España

La necesidad de disponer de mecanismos que permitan obtener sangre de alto flujo han incitado a buscar mecanismos que permitan esta posibilidad. A lo largo de la historia de la realización de los accesos para hemodiálisis han existido numerosas propuestas con mayor o menor éxito y empleo más corto o prolongado en el tiempo. Algunas han sobrevivido durante décadas como la fístula de Cimino Brescia o el shunt de Gracz. Otras ha tenido una supervivencia efímera y en ocasiones no han pasado de una utilización casi experimental. Vamos a realizar algunos de los dispositivos que se han propuesto y presentado con objeto de poder realizar una hemodiálisis rápida y efectiva.

SHUNT DE SCRIBNER-QUINTON

Uno de los primeros sistemas desarrollado a partir de la década de 1960 para realizar conexiones derivadas externas a nivel de la arteria radial y vena cefálica. Consistía en dos tubos, de teflón y silicona, cada uno terminado en una parte conificada para introducirlo en la arteria radial y la vena cefálica, fijándolo con una ligadura. Los otros extremos saldrían al exterior para conectarse entre sí en los periodos de entre diálisis y conectarles a la máquina en los de diálisis. Sus mayores complicaciones, teniendo en cuenta que era un sistema temporal eran las trombosis e infecciones del sistema.



Canulas, esquema e implante del sistema de Scribner-Quinton.



Shunt de Tomas y control angiográfico de un dispositivo con la rama venosa ocluida.

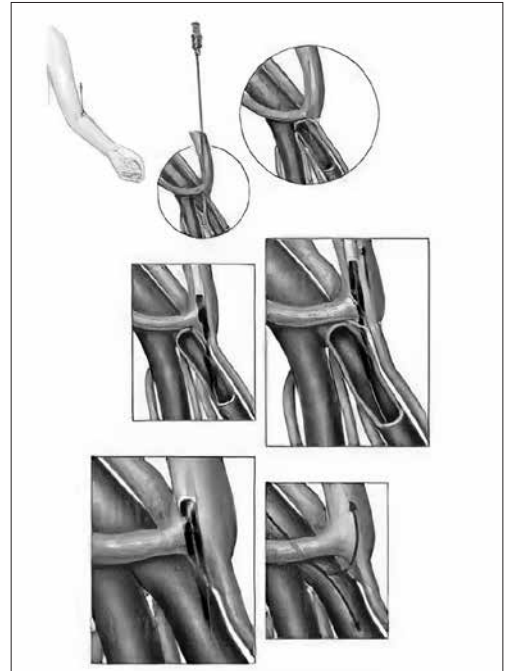
SHUNT DE THOMAS

Desarrollado también a partir del año 1960, consistente en dos tubos de plástico reforzados en la parte proximal que se implanta subcutánea que se colocan en forma de asa suturando un extremo mediante un parche en la arteria femoral y el otro por el mismo sistema en la vena femoral. Parte del mismo quedaría al exterior que podría ser desconectado sus extremos y conectarlos al sistema de hemodiálisis. Era una conexión arterio-venosa de gran flujo.

SISTEMA ELLIPSYSTM

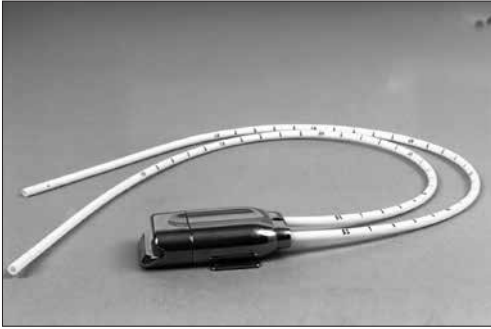
El sistema de acceso vascular Ellipsys® proporciona un método innovador, mínimamente invasivo y sencilla para crear una fístula arteriovenosa de forma percutánea para su uso en hemodiálisis en pacientes con enfermedad renal en etapa terminal.

El sistema permite acceder percutáneamente a la arteria radial proximal en el antebrazo para crear una fístula arterio-venosa. Bajo el control de ultrasonidos de alta frecuencia, el sistema Ellipsys utiliza una nueva realización de cánula de acceso externo, creando una conexión de la vena a la arteria mediante una técnica intravascular.



Secuencia esquemática de la implantación del sistema ELLIPSYSTM.

Se utiliza energía térmica de baja potencia de forma controlada, para cortar las paredes de los vasos y fusionar el tejido, creando una anastomosis in vivo sin dejar ningún material extraño (incluidas suturas) en la fístula arterio-venosa resultante. El uso de energía térmica se ha empleado con éxito en otras aplicaciones de sellado de vasos con resultados iguales o mejores que los métodos de sutura tradicionales.



The Dialock™ hemodialysis access device.

DISPOSITIVO DIALOCK™ PARA HEMODIÁLISIS

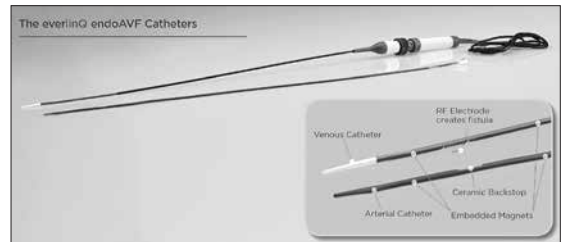
Cuando se inserta la aguja, toda la longitud del paso al catéter sigue siendo un canal liso sin bordes afilados, irregularidades o intrusiones. Esta característica de diseño está concebida para minimizar las turbulencias, la hemólisis y la activación de

plaquetas durante el flujo sanguíneo a través del dispositivo.

El sistema cuenta con un puerto de acceso de dimensiones reducidas. La carcasa del puerto está construida de titanio y tiene dos pasos accesibles por aguja. La entrada de la carcasa incorpora un diseño tipo embudo, destinado a acceder flujo sanguíneo con la aguja. Un conjunto de válvula de tabique dentro del conducto se abre por la fuerza de la inserción de la aguja, evita que esta se salga accidentalmente del puerto y se cierra automáticamente cuando se retira la aguja, evitando así el flujo de sangre a través del puerto. Un ligero estrechamiento de la pared interior del pasaje impide que la aguja de acceso avance, evitando daños a los catéteres o al tejido, y le indica al usuario que la aguja está correctamente «acoplada» dentro del conducto. Cada pasaje termina en una conexión de pezón (tubo de salida) que permite un ajuste seguro de la fuerza de un catéter de diálisis personalizado.



Sistema everlinQ endoAVF.



SISTEMA EVERLINQ ENDOAVF

El sistema everlinQ endoAVF está diseñado para crear una FAV para el acceso a hemodiálisis mediante técnicas endovasculares. En el procedimiento, se insertan dos catéteres

magnéticos flexibles en una arteria y una vena del brazo. Se utiliza una pequeña cantidad de energía de radiofrecuencia para conectar la arteria y la vena para crear la fístula. Luego se retiran los catéteres y se emboliza una vena braquial, lo que permite futuras diálisis.



Sistema Hemasite antes de la implantación, botón del sistema y acoplamiento para su utilización.

DISPOSITIVO HEMASITE

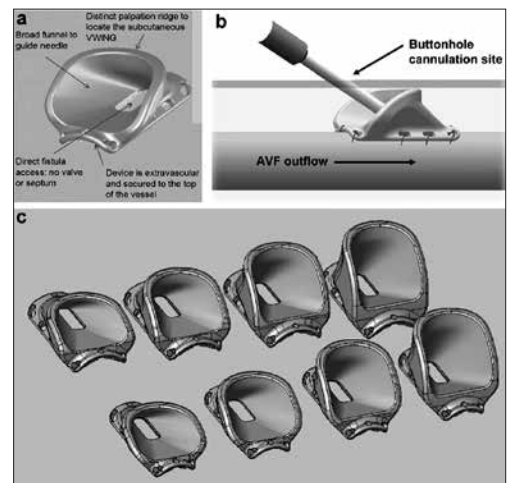
Es un dispositivo que intentaba evitar las punciones venosas. Consta de botón de titanio en forma de T, recubierto por dacrón, con una pared autoselladora de silicona implantado entre una arteria y una vena utilizando un conducto de teflón. A modo de enchufe se insertaba un sistema de cánulas que iban al sistema de hemodiálisis en el receptor que disponía el dispositivo. No se ha obtenido buenos resultados por las trombosis repetidas del injerto.

DISPOSITIVO VWING

Las fístulas arteriovenosas (FAV) pueden ser difíciles de canular por diversas razones. Los sitios de canulación pueden ser profundos y las venas pueden ser difíciles de palpar. Esto es especialmente cierto para el gran segmento de la población que es obesa. Para fístulas funcionales pero no canulables, la Guía de aguja de ventana venosa (VWING) fue diseñada para facilitar la canulación. El dispositivo de titanio funciona creando un área más grande para la colocación de la aguja. El dispositivo en forma de embudo guía la aguja hacia el AVF. Esto permite el acceso repetido en un solo sitio de punción.

Cuando no se dispone de venas, como es posible utilizar otras alternativas no convencionales.

Se ha utilizado heteroinjertos de arteria carótida bovina (1964, Rosenberg), homoinjertos venosos de safena procedentes de intervenciones de varices, (1972, Tice y Siegal, injertos de cordón umbilical humano (1979, Rubio y Farell), prótesis de politetrafluoroetileno expandido en forma de PTFE (1979, Soller y Baker).



Sistema de la ventana o VWING

BIBLIOGRAFÍA

- Baena L, Merino JL, Bueno B, Martín B, Sanchez V, Caserta L, Espejo B, Dominguez P, Gómez A, Paraiso. Instauración de la técnica de buttonhole como alternativa de epunción para las fístulas arteriovenosas. Experiencia de un centro en 3 años. *Nefrología* 2017;37,2:199-2005.

- Chemla E, Velazquez CC, D'Abate F, Ramachandran V, Maytham G. Arteriovenous fistula construction with the VasQ™ external support device: a pilot study. *J Vasc Access*. 2016; 7;17(3):243-8.
- Gage SM, Katzman HE, Ross JR, Hohmann SE, Sharpe CA, Butterly DW, Lawson JH. Multi-center experience of 164 consecutive hemodialysis reliable outflow (HeRO) graft implants for hemodialysis treatment. *Eur J Vasc Endov Surg* 2012.
- Katzman HE, Mc Lafferty RB, Ross JR, Glickman MH, Peden EK, Lawson JH. Initial experience and outcome of a new hemodialysis access device for catheter-dependent patient. *J Vasc Surg*; 2009.
- Nassar GM, Glikman MH, McLafferty RB, Croston K, Zarge JI, Katzman HE, Peden EK, Lawson JH, Martínez JM, Thackeray L. A comparison between the HeRO graft and conventional arteriovenous grafts in hemodialysis patients.
- Patel N, Hussain J, Gemmete JJ, Chick JFB, Woodside K, Srinivasa RN. Percutaneous retrieval of a fractured HeRO graft venous outflow component with endobronchial forceps. *J Vasc Access*. 2019;20(3):339-341.
- Wang JW, Padia SA, Lee EW, Moriarty JM, McWilliams JP, Kee ST, Plotnik AN, Sayre JW, Srinivasa RN. Transfemoral Venous Access Facilitates Upper Extremity Dialysis Interventions: Procedural Success and Clinical Outcomes. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019;42(3):460-465.
- Dialysis-Transplantation. Nathan W, Levin, Paul M, Yang, David A, Hatch, Alan J, Dubrow, Nicolae S, Caraiani, Todd S, Ing, Vasant C, Gandhi, Althea Alto, Sylvia M, Davila, Frank R, Prosl, Hans D, Polaschegg, Joseph, Meerman. Initial results of a new access device for hemodialysis: Technical Note *Kidney International*. 1998, 54, 5: 1739-1745.

Índice

PRÓLOGO	
<i>Carlos Vaquero Puerta</i>	7
HISTORIA DE LAS VÍAS DE ACCESO PARA HEMODIÁLISIS	
<i>Félix Ramírez</i>	9
ANATOMÍA VASCULAR RELACIONADA CON LOS ACCESOS DE HEMODIÁLISIS	
<i>Carlos Vaquero, Cristian Hernández, Manuel Díez, Elena García, Sergio Fernández-Bello y Liliana Fidalgo-Domingos</i>	19
ACCESOS VASCULARES EN HEMODIÁLISIS	
<i>Guillermo Aguilar Peralta, Cintia Martínez Macías e Isela Reyes Chávez</i>	23
CRITERIOS DE INDICACIÓN DE ACCESO VASCULAR EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA TERMINAL	
<i>Rafael Fernández-Samos, José Manuel Ortega, Nuria Sanz Pastor y Andrés Zorita</i>	35
ORGANIZACIÓN DE UNA UNIDAD MULTIDISCIPLINAR DE ACCESOS VASCULARES	
<i>Israel Leblic, Álvaro Fernández-Heredero, Stefan Stefanov y Rafael Sánchez Villanueva</i>	47
HOW TO PLAN AN ARTERIOVENOUS FISTULA	
<i>Joana Ferreira, Mónica Fructuoso, Alexandre Lima Carneiro and Armando Mansilha</i>	61
PLANIFICACIÓN DEL PRIMER ACCESO VASCULAR DE HEMODIÁLISIS CON ECO DOPPLER	
<i>Ignacio Hernández-Lahoz, Juan Carlos Moy, Mónica López-Ratón, Roberto Salvador y Raúl García</i> ..	73
ANESTESIA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ACCESOS DE HEMODIÁLISIS	
<i>Felipe Muñoz, Gema Rodríguez e Iciar Martínez-Almeida</i>	79
FÍSTULA ARTERIO VENOSA EN LA TABAQUERA ANATÓMICA: EL MAS DISTAL ACCESO VASCULAR	
<i>Diego Garcés y Pedro Marques</i>	87
RADIO-CEPHALIC ARTERIO-VEINUS FISTULA IN OCTOGENARIANS	
<i>Rafaella Mauro, Alessia Pini, Mohammad Albuhanhin, Rodolfo Pini, Chiara Mascoli, Enrico Gallitto, Gianluca Faggioli, Andrea Stella and Mauro Gargiulo</i>	97
MEDIO-DISTAL RADIOCEPHALIC ARTERIOVENOUS FISTULA: WHEN AND HOW	
<i>Rafaella Mauro, Alessia Pini, Mohammad Albuhanhin, Rodolfo Pini, Chiara Mascoli, Enrico Gallitto, Gianluca Faggioli, Andrea Stella and Mauro Gargiulo</i>	103

MÉTODOS DE MONITORIZACIÓN DEL ACCESO VASCULAR

- Natalia Moradillo Renuncio, Ruth Fuente Garrido, Victoria Santaolalla García, Mónica Herrero Bernabé, Paula Velasco Hernández y Gonzalo González Pérez* 109

PREVENCIÓN TROMBOEMBÓLICA DEL ACCESO VASCULAR

- Carlos Vaquero, Lourdes del Río, Álvaro Revilla, Noelia Cenizo, Enrique San Norberto y José Antonio Brizuela* 117

ACCESOS VASCULARES PARA HEMODIÁLISIS DE RECURSO, EXCEPCIONALES, HEROICOS Y EXÓTICOS

- Rafael Fernández-Samos, José Manuel Ortega, Nuria Sanz Pastor y Andrés Zorita* 129

EXTREME AND ALTERNATIVE HEMODIALYSIS ACCESS OPTIONS FOR «END OF THE ROAD» PATIENS

- Augusto Ministro, Tiago Ferreira, Vanda Pinto and Luis Mendes Pedro* 141

MANEJO DE ACCESO VASCULAR PARA HEMODIÁLISIS EN FALLO

- Natalia Moradillo Renuncio, Ruth Fuente Garrido, Monica Herrero Bernabé, Victoria Santaolalla García, Gonzalo González Pérez y Marta Serna Martínez* 151

PAPEL DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER EN EL MANEJO DE LA FÍSTULA ARTERIO-VENOSA EN FALLO

- Isabel Estévez, M.ª Antonia Ibáñez, Liliana Domingos, Enrique San Norberto, Diana Gutiérrez, Miguel Martín-Pedrosa, Noela Cenizo, Cintia Flota y Carlos Vaquero* 157

COMPLICACIONES DE LOS ACCESOS DE HEMODIÁLISIS

- Carlos Vaquero, Lourdes del Río, Isabel del Blanco, Enrique San Norberto, Álvaro Revilla, Laura Saiz e Isabel Estévez* 167

USO DEL BALÓN DE CORTE O «CUTTING BALLOON» EN EL RESCATE DE FÍSTULA A-V DISFUNCIONAL

- Sergio Benites Palacio* 171

ENFERMEDADES SISTÉMICAS O LOCALES QUE PUEDEN INFLUIR EN LA CALIDAD DE LOS VASOS SANGUÍNEOS UTILIZADOS EN LOS ACCESOS PARA HEMODIÁLISIS

- Carlos Vaquero, Cristian Hernández, Manuel Díez, Elena García, Sergio Fernández-Bello y Liliana Fidalgo-Domingos* 177

ISQUEMIA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR SECUNDARIA A ACCESO VASCULAR PARA HEMODIÁLISIS

- José Antonio Brizuela Sanz, Enrique San Norberto García, Álvaro Revilla Calavia, Laura Saiz Vilorio, Isabel del Blanco Alonso, Lourdes del Río Solá y Carlos Vaquero Puerta* 181

ANEURISMA DE ARTERIA HUMERAL, COMPLICACIÓN TARDÍA DE LA LIGADURA DE FAV EN PACIENTES TRASPLANTADOS

- Ruth Fuente, Natalia Moradillo, José Antonio Brizuela, Mónica Herrero, Victoria Santaolalla y Carlos Vaquero* 187

ANEURYSMS OF THE UPPER LIMB ARTERIES AFTE LONG-STANDING HEMODIALYSIS ACCESS

- Viviana M. Manuel, Pedro Martins, Pedro Amorim, Tony Soares and Luis Mendes Pedro* 191

TRATAMIENTO ENDOVASCULAR DE LAS COMPLICACIONES DE LOS ACCESOS DE HEMODIÁLISIS <i>Carlos Vaquero, Lourdes del Río, Enrique San Norberto, Elena García, Manuel Díez, Cristian Hernández y Liliana Fidalgo</i>	197
INDICACIONES EN LA UTILIZACIÓN DE CATÉTERES VENOSOS CENTRALES DE FORMA PERMANENTE PARA HEMODIÁLISIS <i>Carlos Vaquero, Lourdes del Río, Enrique San Norberto, José Antonio Brizuela, Isabel del Blanco y Laura Saiz</i>	201
SISTEMAS ESPECIALES PARA LA REALIZACIÓN DE ACCESOS DE HEMODIÁLISIS <i>Carlos Vaquero, Isabel Estévez, Lourdes del Río, Paloma de Marino y Enrique San Norberto</i>	209



9788409146673