

# Acceso vascular permanente en hemodialisis. Larga vida para un elemento necesario

Francisco Gómez Campderá, José Ramón Polo Melero\*

Servicio de Nefrología y \*Unidad de Acceso Vascular.  
Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento sustitutivo de la insuficiencia renal terminal (TSIRT) requiere, cuando se planea de forma crónica, la creación previa de un acceso permanente, vascular o peritoneal en función de la técnica de depuración elegida. El shunt externo permitió el tratamiento crónico con hemodiálisis (HD) aunque su supervivencia estaba supeditada a frecuentes complicaciones. La creación de la fístula arterio-venosa (FAV) interna, primeramente en la muñeca y después en el pliegue del codo, supuso un paso definitivo en este tratamiento. Posteriormente y, en caso de imposibilidad de construir FAV autógenas se

usaron prótesis arteriovenosas la más usada de las cuales es el politetrafluoretileno (PTFE). Sin embargo la FAV autógena se ha mostrado como el acceso vascular (AV) ideal<sup>1</sup>. Las complicaciones de los accesos vasculares, más frecuentes en las prótesis, y sobretudo las trombosis y disfunciones debidas a estenosis venosa por hiperplasia de la íntima, representan hoy día el talón de Aquiles de esta técnica y afectan por igual a jóvenes y viejos<sup>1</sup>, diabéticos y no diabéticos.

Hasta hace pocos años, otros problemas distrajeran la atención nefrológica sobre los pacientes con IRT; parcialmente resueltos éstos (anemia, osteodistrofia, etc), y a la vista de la elevada morbilidad y costo que supone el AV, los esfuerzos se han volcado en la disfunción del mismo y como mantenerlo viable sin complicaciones<sup>2,3</sup>.

---

Recebido em 03/11/2003  
Aceite em 15/12/2003

La incidencia del TSIRT crece de forma exponencial y, lo hace a expensas de pacientes ancianos y diabéticos, que tienen una importante morbilidad vascular<sup>4</sup> y que, de alguna forma, han obligado a emplear como permanentes AV transitorios (catéteres).

El acceso transitorio se limita a: pacientes agudos, pacientes crónicos sin AV utilizable y que requieren hemodiálisis (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. Actualmente el acceso transitorio habitual es transvenoso a nivel central: femoral, subclavia, yugular, etc. Estos catéteres centrales proporcionan un acceso aceptable e inmediato para HD, pero su permanencia es corta y no exenta de complicaciones. La principal es el desarrollo de una estenosis venosa central, más frecuente en los implantados en subclavia que en yugular interna y que condiciona la consecución de un acceso permanente<sup>5,6</sup>. La infección es otro de los mayores problemas, responsable de una importante morbi-mortalidad<sup>7</sup>. El AV en los pacientes incidentes, condiciona el AV permanente y así mismo el AV en los pacientes prevalentes, cuando se analiza éste en un corte transversal<sup>8</sup>.

Son necesarias más investigaciones para mejorar la función de los catéteres, aumentar su tiempo de permanencia, disminuir el índice de complicaciones y, en cualquier caso, no complicar la consecución de un acceso permanente.

En esta editorial vamos a considerar los principales factores que influyen en la consecución y duración de un AV permanente.

## **CONSECUENCIAS DEL ESTUDIO DOPPS**

El estudio DOPPS (Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study), planteado para comparar el uso y supervivencia del AV entre Europa (EUR) y Estados Unidos (USA) se basó en los datos recogidos sobre más de 6.400 pacientes, pertenecientes a 145 unidades de USA y 191 de cinco países europeos (Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido). Los resultados mostraban unas diferencias significativas a favor de EUR<sup>9</sup>. Un 25% de los pacientes europeos iniciaban HD sin AV permanente frente al 46 % de USA y de los pacientes incidentes había una clara diferencia entre los pacientes de EUR y USA en cuanto a la frecuencia de FAV (66% vs 15%), catéteres (31% vs 60%) e injertos (2% vs 24%). En cuanto a los pacientes prevalentes, un 80% de los pacientes europeos se dializaba mediante una FAV frente a un 24% de los americanos.

La existencia de una FAV se correlacionaba con la edad, sexo masculino, índice de masa muscular, etiología no diabética y la existencia de arteriosclerosis. La referencia al nefrólogo era así mismo significativa entre ambas poblaciones- el 84% de los pacientes de EUR habían sido controlados por un nefrólogo más de 30 días frente a un 74% de los de USA. La conclusión del estudio era que, existían diferencias importantes entre ambas poblaciones, condicionadas especialmente por las disponibilidades de cada población (referencia al nefrólogo y al cirujano).

## **TIPOS DE AV PERMANENTE**

La existencia de un lecho vascular intacto es un requisito previo para la creación del AV ideal. Por esto, son factores que lo cuestionan, los presentes cada vez más frecuentemente en

la población que inicia TSIRT como son: edad, sexo, diabetes, dislipemia, HTA, obesidad, etc. Estos mismos factores van a condicionar, no sólo la creación del primer AV, sino además su maduración y su funcionalismo a corto y largo plazo. Por este motivo es esencial preservar las venas de un paciente renal crónico, evitando las venoclisis y utilizando en caso necesario las venas del dorso de la mano. Como cualquier catéter transvenoso para diálisis puede ocasionar una estenosis en la vena en la que se implanta, 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. En realidad un paciente con necesidad inmediata de diálisis y un catéter temporal, debería ser considerado una urgencia quirúrgica y realizarse un acceso definitivo en un plazo menor de una semana. La vía femoral debería ser elegida en un primer lugar (se ha demostrado que tiene las mismas complicaciones que la intratorácica y que el paciente puede ser tratado ambulatoriamente)<sup>10</sup>

En estos pacientes con diálisis temporal por catéter, que deberían ser una excepción, el AV debería ser considerado en razón del lecho vascular. Si las venas antebraquiales son buenas se deberá realizar una FAV nativa. Si son de tamaño límite y el tiempo de maduración se estima en varias semanas o incluso meses, las complicaciones del catéter temporal deberían ser pesadas contra las ocasionadas a medio plazo por una prótesis de PTFE que puede ser utilizada en un par de semanas y limitan a este tiempo el uso de catéteres. El abordaje del AV con tiempo, de primera elección y por cirujanos con experiencia es otro factor fundamental en la consecución del AV ideal.

El estudio con doppler color del calibre de las venas puede ser de gran utilidad en pacientes obesos o de difícil visualización de

las venas con un simple torniquete. La realización de flebografía bilateral con visualización de venas intratorácicas es obligada en pacientes con: cualquier catéter previo yugular o subclavio, marcapaso, cirugía torácica o fractura clavicular previa.

La lógica obliga a iniciar la creación del AV 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. La secuencia lógica es la siguiente<sup>11</sup>:

### I. FAV Autólogas

A corto y largo plazo se ha mostrado como el AV ideal. Sin embargo, es el AV que requiere generalmente un mayor periodo de maduración, especialmente en mujeres, por lo que su creación debe planearse con suficiente tiempo y, requiere un exquisito cuidado previo por los vasos en los potenciales candidatos y una cuidadosa evaluación preoperatoria por el equipo quirúrgico. Con estos requisitos son también el mejor AV en el anciano<sup>12</sup> Las posibilidades que deben valorarse a largo plazo y con preferencia por los AV distales son:

**a. Radiocefálicas.** Es el AV ideal que condiciona el futuro del paciente en HD. Existen dos posibilidades anatómicas: tabaquera anatómica o tercio distal del antebrazo. Las ventajas de la primera es que permite ahorrar unos cms importantes y, que en caso de mal función puede reconvertirse en una nueva FAV proximal, con vasos ya dilatados.

**b. En fosa antecubital (pliegue del codo).** Posibilidades anatómicas: húmero-basílica latero-lateral o término-lateral con transposición subcutánea y húmero-cefálica.

## II. Prótesis o injertos

Inicialmente el agotamiento de los recursos vasculares para conseguir un AV permanente y duradero y, posteriormente las condiciones de los pacientes que son incluidos en diálisis (ancianos, diabéticos, transplantados de otros órganos o renales que reinician diálisis) y que presentan un capital vascular inadecuado para la realización de una FAV autóloga, justifican el empleo de prótesis vasculares, cuya frecuencia ha aumentado de forma espectacular, especialmente en EU como muestra el estudio DOPPS. Las potenciales posiciones anatómicas de estas prótesis son: En miembro superior: rectas en antebrazo entre arteria radial y vena antecubital y curvas entre la arteria humeral y las venas basilica o cefálica, y en el brazo, entre la arteria humeral y la vena axilar o yugular. Si se usan las venas del pliegue del codo para construcción de fistulas autólogas a este nivel la prótesis más usada será la humeroaxilar que debe ser colocada muy superficial y con una amplia curva hacia la parte externa del brazo para facilitar su punción. En caso de agotamiento o trombosis de injertos previos, se pueden intentar injertos axilo-axilares, femoro-femorales o axilo-femorales. En cualquier caso su realización depende del lecho vascular y de la imaginación del cirujano, pueden realizarse la mayoría de ellos de forma ambulatoria aunque requieren al menos dos semanas para la primera punción. Las complicaciones son frecuentes y su supervivencia a largo plazo, depende fundamentalmente de la detección y tratamiento de éstas.

## III. Catéteres permanentes

Aunque se han empleado como AV de duración intermedia, en espera de la maduración de un AV permanente, la posibilidad de estenosis que impidan la construcción de una FAV

TABLA I	
Historia del acceso vascular para hemodiálisis	
<b>Permanente</b>	
Shunt arterio-venoso externo	1960
Fístula arterio-venosa interna	1966
Injertos protésicos	1973
Catéter venoso con manguito	1990
Desde 1990	??
<b>Temporal</b>	
Cateter venoso central	980
Cateter venoso central de doble luz con manguito	1990

desaconseja su uso rutinario y por meses. Además, proporcionan flujos sanguíneos inferiores, sus complicaciones son frecuentes y su supervivencia más corta, con frecuentes ingresos y elevados costos<sup>3</sup>. Sus reales indicaciones son: imposibilidad de otro acceso, corta esperanza de vida (tumores, severo deterioro biológico etc.) y cardiopatía severa con baja fracción de eyección ventricular que desaconseje sobrecarga del corazón derecho.

## RESULTADOS

AV autólogas y prótesis consiguen diferentes flujos sanguíneos, por lo que sufren distintas condiciones hemodinámicas, lo que tiene consecuencias en la monitorización y así mismo en la incidencia de complicaciones, mayores en las prótesis, especialmente la estenosis, trombosis e infección. Si el flujo sanguíneo inicial en la arteria radial es de 20 a 30 ml/min, aumenta a 200 a 300 ml/min tras la creación de la fístula y, después del periodo de maduración puede alcanzar de 600 a 1200 ml/min. En las prótesis pueden obtenerse flujos sanguíneos de hasta 3000 ml/min.<sup>13</sup> AV autólogos se mantienen permeables con flujos de < 400 ml/m mientras que algunas prótesis se trombosan con flujos

< 600 ml/m que permiten diálisis adecuadas con pocos signos premonitorios de trombosis<sup>14</sup>.

El AV es la principal causa de morbilidad de los pacientes en TSIRT, representando entre el 20 y el 33% del coste total del tratamiento<sup>15</sup>. Las autólogas tienen una menor incidencia de estenosis, trombosis e infecciones que las prótesis.

La supervivencia a largo plazo de las autólogas es superior al de las prótesis<sup>16</sup> (Tabla II) y las discrepancias observadas en algunas series se explican por la no exclusión de los fallos precoces de las primeras (trombosis precoz o falta de maduración)<sup>2</sup>. En este sentido las guías DOQI para el AV recomiendan crear al menos un AV autólogo en el 50% de los pacientes incidentes<sup>17</sup>. Con esta estrategia se

espera alcanzar que un 40% de los pacientes prevalentes se dializen mediante un AV autólogo.

## COMPLICACIONES

La preocupación inicial por las venas se ha invertido, con el impacto que la edad y la diabetes tienen, sobre la circulación arterial periférica<sup>4</sup>. La hemodinámica del AV tiene importantes implicaciones en su maduración y en el desarrollo de la hiperplasia mioíntimal y de la neoíntima en las prótesis, por lo que es, parcialmente, responsable de alguna de sus complicaciones<sup>18</sup>. El problema no es sólo el calibre de la arteria sino la calidad de la pared arterial, por lo que es necesario profundizar en

TABLA II  
Tasa de supervivencia (%) secundaria\* en diferentes series

Tipo de AV	Número	4 d	1	2	3	4	5 a
<b>Autólogas</b>							
Radiocefálica	2.546	88-97	56-85	75-80	42-72	65	30-76
H.G.U.G.M	730*		95	85	76		70
Bracquio-cefálica	403		74-93	63	80	-	53
H.G.U.G.M	222**		96	85	72		56
<b>Prótesis</b>							
PTFE	764		58-91	59-89	40-87	48-86	47-84
H.G.U.G.M							
6-8 mm prótesis PTFE humeroaxilar	157***		97	91	80		72

Supervivencia secundaria = Porcentaje de AV funcionantes desde su creación hasta su último fallo, incluidas todas las técnicas de rescate. Tomado de (15).

\*Polo JR et al Nefrología 1993;13:313-319

\*\* Polo JR et al Am J Kidney Dis 1999;33:904-909

\*\*\* Polo JR et al Artificial Organs 1995;19:1181-1184

sus mecanismos para encontrar la causa de los fallos precoces en los AV autólogos<sup>19</sup>. El problema de la Estenosis-Trombosis es la hiperplasia miointimal

Las principales complicaciones oclusivas son la disfunción secundaria a la estenosis por hiperplasia intimal y la trombosis, tanto en la autólogas, en las fistulas radiocefalicas en la zona perianastomótica, como en las prótesis generalmente en la unión prótesis vena. Sin embargo el riesgo de trombosis es el doble en las prótesis, particularmente si las FAV autólogas han tenido un periodo de maduración mayor de 30 días y no han fallado precozmente, y más del 80% de los episodios de trombosis se asocian a una estenosis hemodinamicamente significativa<sup>20</sup>.

Entre las complicaciones no oclusivas, menos frecuentes, están: las dilataciones aneuris-máticas, el síndrome de robo y el de hipertensión venosa, las hemorragias postpunción y las infecciones, especialmente en las prótesis. Las

infecciones son después de las trombosis, la complicación más frecuente de las prótesis y se acompañan de una elevada morbi-mortalidad, siendo responsables del 48 al 73% de los episodios de bacteriemia en los pacientes en HD<sup>6</sup>.

## MONITORIZACIÓN

La vigilancia periódica del AV, permite detectar y tratar precozmente lesiones potencialmente responsables de una disfunción del AV y, que si no se corrigen pueden dar lugar a su trombosis. Malfunción y trombosis son muchas veces parte de un espectro que se va desarrollando con el tiempo en función del grado de estenosis. Distintos son los métodos de monitorización y algunos se obtienen de forma iterativa en las sesiones de HD<sup>21</sup>. Aunque tienen sus limitaciones<sup>1,21-22</sup>, son un campo de investigación creciente y deberían ser rutina en todas las unidades de HD. No son excluyentes,

TABLA III  
Métodos de monitorización

Test	Riesgo	Costo
<b>Presión venosa</b>		
Estática (intra AV)	Ninguno	Bajo
Dinámica	Ninguno	Muy bajo
<b>Recirculación</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Muy bajo</b>
<b>Medida directa del flujo sanguíneo</b>		
Infusión de isótopos	Bajo	Moderado
Técnicas de dilución.	Bajo	Bajo
Térmica		
Hb		
Ultrasonidos intraAV (Transonic)		
<b>Dopler color</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Moderado</b>
<b>Angiografía con resonancia magnética</b>	<b>Bajo</b>	<b>Elevado</b>
<b>Fistulografía (via venosa o arterial)</b>	<b>Moderado</b>	<b>Moderado</b>

Adaptado de (18)

dependiendo su utilización de su complejidad y coste (Tabla III). Los más habituales son:

**a. Clínicos.** Evidentes en caso de trombosis (ausencia de thrill y soplo, dilatación preestenótica, colapso de la línea arterial etc.), lo son menos en caso de estenosis menos severas

**b. Mediciones indirectas del flujo del acceso.** Sugieren una malfunción, pueden obtenerse iterativamente durante las sesiones de HD y, requieren una protocolización para valorar sus resultados (calibre de las agujas, flujo sanguíneo, líneas y superficie del dializador).

Los más utilizados y que sugieren una disfunción son:

- \* Máximo flujo sanguíneo obtenido en diálisis; menor de 300 ml/min si se trate de autóloga o menor de 500 ml/min si se trata de prótesis.
- \* Presión intra AV estática progresivamente elevada.
- \* Presión venosa dinámica de retorno > 150 mm Hg en autólogas y > 200 mm Hg en prótesis con flujos de 300 ml/min. o elevación progresiva en cortos periodos de un mes.
- \* Baja eficacia de diálisis.  $Kt/V < 0.8$
- \* Recirculación > 20%.

**c. Mediciones directas del flujo del acceso.** Es el método ideal de monitorización por su simpleza, reproductibilidad y objetividad.

- \* **Ecografía-doppler** Un método dependiente de la habilidad del operador y no fácilmente enseñable a una gran población de personal nefrológico, médicos y enfermeras.

**\* isótopos, dilución, transonic etc.**

La técnica empleada debe ser repetida con una frecuencia variada en función del riesgo de cada paciente. Así puede ser trimestral en los AV autólogos de bajo riesgo y puede tener que realizarse mensualmente en pacientes con mayor riesgo como son las prótesis, especialmente si han presentado algún problema previo.

La mayoría de estos métodos, especialmente el Transonic, pueden ser utilizados por una enfermera durante la diálisis y requieren un periodo corto de aprendizaje.

**d. Métodos de imagen.** Confirman la estenosis mediante las características del flujo sanguíneo y aportan datos anatómicos sobre su importancia y localización.

- \* Fistulografía.
- \* Ecografía con doppler color
- \* Angioresonancia (aun no bien desarrollada)

El "gold standard" sigue siendo la **fistulografía**, fundamental para el diagnóstico precoz de estenosis e indicada así mismo tras un episodio de trombosis para descartar estenosis proximales. La determinación de un exacto mapa vascular permite elegir el mejor método terapéutico. Tiene la ventaja sobre el doppler que permite la visualización de venas intratorácicas.

La correcta y precoz corrección de las estenosis, por métodos quirúrgicos o radiológicos permite prevenir la trombosis y por tanto alargar la vida del AV.<sup>23</sup>

## RETOS FUTUROS

En base a la evidencia acumulada, el mejor abordaje al AV en la población incidente se debe

basar en: a) preservación venosa b) referencia precoz del potencial candidato a TSIRT al nefrólogo y al cirujano vascular. c) cuidadosa valoración preoperatoria, incluyendo un estudio doppler para planear la mejor localización del primer AV, valorando técnicas especiales y así mismo, la calidad del material a utilizar en caso de requerir un injerto. d) monitorización del AV con especial referencia a su disfunción y/o infección y finalmente e) profundizar en la patogenia de la hiperplasia intimal y en su inhibición farmacológica eficaz<sup>24</sup>.

## CONCLUSIONES

El ó los AV transitorios condicionan, de alguna forma, el AV definitivo. Por este motivo es primordial, anticipar con tiempo suficiente la creación del primero y tener en cuenta los accesos previos para explorar previamente el árbol vascular en previsión de potenciales complicaciones (estenosis centrales). El mantenimiento debe basarse en unos exquisitos cuidados en el manejo durante la sesión de HD, una evaluación periódica de su función y una detección y corrección precoz de los fallos que se detecten. La preservación del AV debe acompañarse además del tratamiento antitrombótico más adecuado y de la detección y tratamiento de las complicaciones infecciosas. En el futuro el AV para diálisis es un reto nefrológico<sup>25</sup> que debe ser abordado por un equipo multidisciplinar.

Finalmente:

1.- La vida a largo plazo del AV va a depender del desarrollo de una hiperplasia intimal. Mientras no existan medidas farmacológicas eficaces para prevenirla, su supervivencia va a depender del diagnóstico precoz y tratamiento

adecuado de la estenosis. Algunos estudios preliminares han sugerido la braquiterapia sobre la zona anastomótica como método preventivo de la re-estenosis pero faltan estudios clínicos con largos seguimientos.

2.- El método diagnóstico ideal será aquel que permita medir el flujo sanguíneo real del AV y que mejor se correlacione con el dopler color.

3.- Todas las unidades de diálisis deberían disponer de un sistema de monitorización, cuya frecuencia dependerá del riesgo de cada paciente y

4.- Con un adecuado protocolo de vigilancia y tratamiento precoz de la estenosis por hiperplasia intimal se pueden obtener resultados similares a medio plazo (5 años) en fístulas autólogas o en prótesis, aunque en estas últimas se necesitaran entre tres y cuatro veces más procedimientos de reparación que en las fístulas nativas<sup>12</sup>.

Correspondencia:  
Dr.Francisco Gómez Campderá  
Servicio de Nefrología  
H.G.U.Gregorio Marañón  
C/Dr Esquerdo 46  
28007 Madrid

## Referencias

1. Hakim R, Himmelfarb. Hemodialysis access failure: A call to action. *Kidney Int* 1998;54:1029-40
2. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: Problems and solutions. *Kidney Int* 2002; 62:1109-24
3. Himmelfarb J, Saad T. Hemodialysis vascular access: emerging concepts. *Curr Opin Nephro Hypert* 1996;5:485-91
4. Konner K. When insufficient arterial inflow becomes the Achilles heel of the a.v fistula-what are the surgical approaches ? *Nephrol Dial Transplant* 2000;15:145-7
5. Khanna S, Sniderman K, Simons M, Besley M, Uldall R. Superior vena cava stenosis associated with hemodialysis catheters. *Am J Kidney Dis* 1993;21:278-81
6. Cooper SG. Central venous occlusions and stenoses in

- 
- hemodialysis patients. *Semin Dial* 1996;9(supl 1):S51-S53
7. Nassar GM, Ayús JC. Infectious complications of the hemodialysis access. *Kidney Int* 2001;60:1-13
  8. Rodríguez Hernández JA, López Pedret J, Píera L. El acceso vascular en España: análisis de su distribución, morbilidad y sistemas de monitorización. *Nefrología* 2001;21:45-51
  9. Pisoni RL, Young EW, Dykstra DM et al. Vascular access use in Europe and the United States: Results from the DOPPS. *Kidney Int* 2002;61:305-16
  10. Al-Wakeel JS, Milwalli AH, Malik GH, Huraib S, Al-Mohaya S, Abu-Aisha H, Memon N. Dual-lumen femoral vein catheterization as vascular access for hemodialysis - a prospective study. *Angiology* 1998;49:557-62
  11. Polo JR, Echenagusía A. Accesos vasculares para hemodiálisis. En *Tratado de hemodiálisis*. F Valderrábano (Edit). Editorial Médica JIMS. Barcelona 1999. Cap 9;125-149.
  12. Rídao-Cano N, Polo JR, Polo J, Pérez García R, Sánchez M, Gómez Campderá F. Vascular access for dialysis in the elderly. *Blood Purif* 2002;20:563-8.
  13. Wedgwood KR, Wiggins PA, Guillon PJ. A prospective study of end-to-side vs side-to-side arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Br J Surg* 1984;71:640-2.
  14. Strauch BS, O'Connell RS. The role of color doppler flow imaging in the assessment of the hemodialysis vascular access. *Semin Dial* 1995;8:142-7.
  15. Feldman HI, Kobrin S, Wasserstin A. Hemodialysis vascular access morbidity. *J Am Soc Nephrol* 1996;7:523-35.
  16. Burger H. Long-term outcome of different forms of vascular access. En *Hemodialysis vascular access: Practice and problems*. Conlon PJ; Schwab SJ and Nicholson ML (edits). Oxford University Press Inc. New York 2000;52-66.
  17. NKF-DOQI clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis* 1997;37 (supl 1):S150-S191.
  18. Davies MG, Huynk TT, Hagen PO. Pathophysiology of access failure. En *Hemodialysis vascular access: Practice and problems*. Conlon PJ; Schwab SJ and Nicholson ML (edits). Oxford University Press Inc. New York 2000;23-51.
  19. Sukhatme VP. Vascular access stenosis: prospects for prevention and therapy. *Kidney Int* 1996;49:1161-74.
  20. Culp K, Flanigan M, Taylor L, Rothstein M. Vascular access thrombosis in new hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1995;26:341-6.
  21. Besarab A, Samarpungavan D. Measuring the adequacy of hemodialysis access. *Curr Opin Nephrol Hypert* 1996;5:527-31.
  22. Besarab A, Frinak S. Strategies for the prospective detection of access dysfunction. En *Hemodialysis vascular access: Practice and problems*. Conlon PJ; Schwab SJ and Nicholson ML (edits). Oxford University Press Inc. New York 2000; 157-182.
  23. Sands JJ, Jabyac PA, Miranda CL, Kapsick BJ. Intervention based on monthly monitoring decreases hemodialysis access thrombosis. *ASAIO J.* 1999;45:147-50.
  24. Himmelfarb J. Pharmacologic approaches to preventing hemodialysis access failure. En *Hemodialysis vascular access: Practice and problems*. Conlon PJ; Schwab SJ and Nicholson ML (edits). Oxford University Press Inc. New York 2000; 261-281.
  25. Konner K. Vascular access in the 21 Century. *J Nephrol* 2002;15:S28-S32.