

Síndrome de robo por fístula arterio-venosa para hemodiálisis: factores predictivos y respuesta al tratamiento mediante la técnica DRIL

Son Ha Yu, Patrick R. Cook, Timothy G. Canty, Robert F. McGinn, Peter M. Taft y Robert J. Hye, San Diego, California, Estados Unidos

La isquemia de la mano secundaria a un síndrome de robo por fístula arterio-venosa en pacientes en hemodiálisis provoca una discapacidad importante. Entre febrero de 2000 y marzo de 2007, se identificaron 24 pacientes de 37 a 77 años que desarrollaron isquemia de la mano distal a un abordaje para hemodiálisis que precisaron tratamiento mediante la técnica de revascularización distal y ligadura intermedia (DRIL, distal revascularization-interval ligation). De los 24 pacientes, 22 (92%) eran diabéticos, 14 (58%) mujeres, siete (29%) portadores de abordajes con injerto protésico y 17 (71%) con fístula nativa, todos originados a nivel de la arteria humeral. El intervalo entre la realización del abordaje inicial para diálisis y el tratamiento mediante la técnica DRIL varió desde las 12 h y los 10 meses. Los conductos usados fueron la vena safena en 13 casos (54%), la vena cefálica en tres (12%), la vena basilíca en cinco (21%) e injerto protésico en tres (12%). No hubo muertes operatorias. En 23 (96%) pacientes se observó una mejora del flujo sanguíneo y de los síntomas. Se presentó un fracaso precoz del procedimiento secundario a trombosis del injerto protésico en un paciente. En dos pacientes fue necesaria la amputación digital. Después de una mediana del seguimiento de 50 meses, 14 (58%) pacientes en hemodiálisis fallecieron con el abordaje tratado mediante la técnica DRIL funcionante, dos (8%) no precisaron diálisis, tres (12%) utilizaban un nuevo abordaje y cinco (21%) el abordaje tratado mediante la técnica DRIL. En el seguimiento tardío, sólo una derivación del DRIL precisó revisión y el resto seguía siendo permeable. Un paciente desarrolló isquemia de la mano 5 años después del tratamiento mediante la técnica DRIL a pesar de confirmarse la permeabilidad de la derivación. El desarrollo de robo isquémico que requiere la realización de la técnica DRIL es más probable en pacientes diabéticos con un abordaje para diálisis con origen en la arteria humeral. La técnica es eficaz para mejorar los síntomas al mismo tiempo que preserva el acceso vascular. La elevada tasa de mortalidad a largo plazo observada en esta serie resalta el hecho de que los pacientes que precisan el tratamiento mediante la técnica DRIL representan a un subgrupo de pacientes sometidos a diálisis con vasculopatía diabética avanzada y una esperanza de vida limitada. A pesar de la eficacia de la técnica DRIL, es preciso concentrar los esfuerzos en la prevención del robo isquémico para reducir la morbilidad y los costes de esta situación en la población sometida a diálisis.

DOI of original article: 10.1016/j.avsg.2007.12.005.

Presentado en la 25 Reunión Anual de la Southern California Vascular Surgical Society, Coronado, CA, 5 de mayo de 2007.

Department of Surgery, Southern California Permanente Medical Group and Kaiser Foundation Hospital, San Diego, CA, EE. UU.

Correspondencia: Robert J. Hye, MD, Department of Surgery, Southern California Permanente Medical Group and Kaiser Foundation Hospital, 4647 Zion Avenue, San Diego, CA 92120, EE. UU. Correo electrónico: robert.j.hye@kp.org

Ann Vasc Surg 2008; 22: 210-214

DOI: 10.1016/j.avsp.2008.05.004

© Annals of Vascular Surgery Inc.

Publicado en la red: 17 de marzo de 2008

INTRODUCCIÓN

A medida que continúa aumentando el número de pacientes que requieren hemodiálisis en Estados Unidos, existe una demanda continuada de abordajes para diálisis duraderos y de cirujanos asignados al mantenimiento de dichos abordajes con un mínimo de complicaciones. Durante la pasada década, un número cada vez mayor de pacientes de edad avanzada y con diabetes se ha añadido al conjunto de pacientes en hemodiálisis.

Estos pacientes presentan una serie de dificultades para obtener y mantener de forma satisfactoria un abordaje para la diálisis. La isquemia de la mano, o síndrome de robo isquémico (SRI), es la principal complicación asociada al acceso vascular y, con frecuencia, puede causar la aparición de una lesión neurológica o una lesión trófica. Los factores de riesgo clínicos identificados previamente en pacientes en riesgo de desarrollar este síndrome incluyen una edad > 60 años, sexo femenino, diabetes, procedimientos previos de la extremidad y tipo de fístula implantada¹⁻⁵. En algunas poblaciones en hemodiálisis, estos factores pueden ser prevalentes en la mayoría de los pacientes. El SRI es un fenómeno relativamente infrecuente, que afecta a un 1-10% de casos³; no se dispone de métodos fiables para predecir su desarrollo y se ha demostrado que su tratamiento es difícil. El objetivo del tratamiento de estos pacientes es preservar el abordaje existente y resolver la isquemia. Aunque el método tradicional de ligadura de la fístula es eficaz para resolverla, se traduce en la pérdida del abordaje. Las tentativas de alcanzar este objetivo mediante técnicas de cerclaje o de elongación del injerto para diálisis han mostrado una eficacia limitada^{2,6}. Efectuada por primera vez por Schanzer et al⁶ en 1988, en la actualidad se considera que la revascularización distal y ligadura intermedia (distal revascularization with interval ligation, DRIL) es la estrategia más eficaz^{1,2,5,7} y con los resultados más consistentes en la resolución de la isquemia con la preservación de la permeabilidad del abordaje. En nuestra práctica observamos una mayor frecuencia de esta complicación con el consiguiente aumento en la necesidad de realizar tratamiento mediante la técnica DRIL. En consecuencia, decidimos evaluar a nuestra población en diálisis para identificar los factores predictivos de desarrollo del SRI y evaluar la eficacia de la técnica DRIL en el tratamiento de este proceso realizado en nuestro centro.

PACIENTES Y MÉTODOS

Entre febrero de 2000 y marzo de 2007, se identificaron en nuestra institución 24 pacientes que desarrollaron isquemia de la mano distal al abordaje de hemodiálisis de gravedad suficiente para justificar la indicación de tratamiento mediante la técnica DRIL. Durante el curso de este estudio, se realizó la ligadura con el abandono del acceso vascular que produjo el SRI en siete pacientes. La decisión de abandonar el abordaje frente a realizar tratamiento mediante la técnica DRIL fue determinada por el facultativo responsable de acuerdo con el paciente, en función de la esperanza de vida y de las

opciones alternativas de diálisis. Estos pacientes no se incluyeron en el estudio. Se realizó una revisión retrospectiva de las historias clínicas de los 24 pacientes tratados mediante esta técnica para identificar las características demográficas, comorbilidades médicas, antecedentes del acceso vascular y factores anatómicos que pudieran ser significativos en el desarrollo de isquemia. Se revisaron las historias clínicas y los registros de las sesiones de diálisis de los pacientes para evaluar el estado clínico de los pacientes y del abordaje de diálisis para el análisis de los resultados a largo plazo.

El diagnóstico y la indicación de la práctica de la técnica DRIL se realizaron a criterio del cirujano responsable en función de la historia clínica y la exploración física del paciente. En muchos de los pacientes se realizó un estudio preoperatorio mediante arteriografía con contraste, evaluación en el laboratorio vascular y angiografía por resonancia magnética (ARM); sin embargo, no existió un protocolo de estudio uniforme.

La técnica DRIL se realizó según las pautas propuestas originalmente por Schanzer et al⁶, mediante la creación de una derivación protésica originada a partir de la arteria nativa proximalmente a la anastomosis de la fístula en más de 5 cm. Esta distancia permitía evitar la "caída la presión" descrita por Wixon et al¹. Acto seguido, la arteria se ligó distalmente a la fístula y proximalmente a la anastomosis distal de la derivación.

La evaluación de la respuesta al tratamiento se determinó por la mejoría de los síntomas isquémicos y por la necesidad de amputación digital. La respuesta a largo plazo se evaluó mediante la permeabilidad clínica del injerto de derivación y la conservación del abordaje para diálisis original. La mortalidad a largo plazo, la necesidad de revisar el abordaje o de implantar un nuevo abordaje, y la aparición y evolución de las lesiones tróficas en la extremidad afectada fueron evaluadas a partir de las historias clínicas de los pacientes del estudio.

RESULTADOS

Durante el período estudiado, veinticuatro pacientes fueron tratados en nuestra institución mediante la técnica DRIL. En este tiempo, se realizaba hemodiálisis crónica en nuestros centros a un promedio de 330-380 pacientes, de los cuales el 42% eran diabéticos y el 43% mujeres. Adicionalmente, alrededor de 700 pacientes atendidos en nuestros centros presentaban insuficiencia renal crónica (IRC) en estadio 4 (IRC4) y 120 clasificados como IRC5 estaban en situación de pre-diálisis. Durante el

período estudiado en esta revisión, se practicaron más de 1.700 procedimientos primarios y de repetición/O SECUNDARIOS (¿?) para la realización de un abordaje para hemodiálisis en nuestro servicio de cirugía vascular. La anastomosis arterial se realizó en la arteria humeral a nivel del codo en alrededor del 40% de casos. Aunque no disponemos de datos exactos acerca de la incidencia de SRI de cualquier gravedad en nuestro centro, la incidencia de un SRI clínicamente significativo es aproximadamente del 2% (5 de 250 casos por año).

La edad de los pacientes presentó unos límites de 37 a 77 años (media 60,9 años). De los 24 pacientes, 22 (92%) eran diabéticos, 21 (88%) hipertensos, 18 (75%) hiperlipidémicos, 14 (58%) mujeres, 11 (45%) presentaban enfermedad coronaria y tres (12%) tenían antecedentes de tabaquismo (tabla I). Siete de los 24 pacientes (29%) presentaban un acceso vascular realizado con injerto protésico y 17 (71%) fístulas nativas (tabla II).

La arteria humeral fue el lugar elegido para la realización del abordaje para diálisis en los 24 pacientes. Se practicó una fístula arteriovenosa humerocefálica en 13 pacientes (FAV), la transposición de vena basilíca (TVB) en cuatro, la interposición de un injerto protésico arteriovenoso (AV) a la vena axilar en cinco y la interposición de un injerto protésico AV en el antebrazo en dos pacientes (tabla II).

El tratamiento mediante la técnica DRIL se realizó entre las 12 h y los 10 meses desde el inicio de los síntomas. Los síntomas agudos de isquemia incluyeron parestesias, dolor, frialdad y debilidad de la mano. En general, los pacientes con presentaciones más tardías presentaban dolor y, en cuatro casos, ulceraciones o gangrena de los dedos. Once de los 24 pacientes (46%) fueron tratados mediante la técnica DRIL en los 30 días posteriores a la realización del acceso AV, mientras que 13 (54%) fueron tratados después de los 30 días.

El conducto usado para el procedimiento fue la vena safena en 13 (54%) casos, la vena cefálica en tres (12%), la vena basilíca en cinco (21%) y un injerto protésico en tres (12%) (tabla III). En todos los casos la anastomosis proximal de la derivación se realizó a nivel de la arteria humeral proximalmente a la anastomosis AV, mientras que la anastomosis distal se realizó a nivel de la arteria humeral distal en 20 casos, de la arteria radial en dos y de la arteria cubital en dos pacientes.

No se produjeron muertes operatorias ni complicaciones mayores de la herida. En 23 de los 24 pacientes (96%) se observó una mejora clínica del flujo sanguíneo en las manos y una mejora significativa de los síntomas. En un paciente se presentó un fracaso precoz de la técnica secundario a la

Tabla I. Factores demográficos de los pacientes que se sometieron a la técnica de revascularización distal y ligadura intermedia (DRIL)

Variable	n (%)
Edad media (60,9 años)	
Sexo	
Hombres	10 (42)
Mujeres	14 (58)
Diabetes	22 (92)
Tabaquismo	3 (12)
Hipertensión arterial	21 (88)
Hiperlipemia	18 (75)
Coronariopatía	11 (45)

Tabla II. Procedimiento de abordaje original en pacientes que desarrollaron un síndrome del robo isquémico

Procedimiento	n (%)
Fístula arteriovenosa nativa	17 (71)
Humerocefálica	13
Transposición de vena basilíca	4
Injertos arteriovenosos protésicos	7 (29)
Humeroaxilar	5
Humerohumeral	2

trombosis inmediata del injerto protésico, que precisó la retirada del injerto, y la reparación con parche de la arteria nativa con la ligadura de la FAV. La resolución postoperatoria de los síntomas neuropáticos en diversos pacientes con parestesias y debilidad preoperatorias fue lenta o incompleta.

En ningún paciente fue necesaria la amputación mayor de la extremidad superior, por lo que la tasa global de salvamento de la extremidad fue excelente. Se realizaron dos amputaciones digitales en pacientes que presentaron gangrena del tercer y quinto dedo, respectivamente, después de la delimitación de las lesiones. En los dos pacientes que presentaron úlceras isquémicas se observó así mismo una curación completa (tabla IV).

Después de una mediana del seguimiento de 50 meses, 14 (58%) pacientes en hemodiálisis fallecieron con el abordaje tratado mediante la técnica DRIL funcionante, cinco (21%) seguían utilizando el abordaje tratado mediante la técnica DRIL, tres (12%) utilizaban un nuevo abordaje y dos (8%) habían dejado de necesitar la diálisis. En un caso fue necesaria la revisión quirúrgica del procedimiento debido a la estenosis del injerto venoso. Un segundo

Tabla III. Conducto usado para la revascularización

Conducto	n (%)
Autólogo	21 (88)
Vena safena interna	13
Vena basilica	5
Vena cefálica	3
Protésico	3 (12)
PTFE	3

PTFE: politetrafluoroetileno.

paciente desarrolló a los 5 años del procedimiento un cuadro de isquemia de la mano a pesar de la permeabilidad de la derivación, secundaria a la progresión de la arteriopatía oclusiva distal al DRIL. Se realizó la plicatura de la FAV con una mejora clínica relativa y, a los 6 años después del tratamiento mediante la técnica DRIL, seguía utilizando el abordaje.

DISCUSIÓN

Las complicaciones del acceso vascular, incluidas trombosis, hemorragia, infección, pseudoaneurisma e isquemia distal^{8,9}, constituyen la mayor causa de morbilidad¹⁰ en la población en hemodiálisis de Estados Unidos. La isquemia de la mano, o síndrome del robo, figura entre los procesos con mayor morbilidad aunque no sea la complicación más frecuente. A menudo, este proceso puede presentarse con una lesión neurológica o una lesión. El objetivo de resolver la isquemia manteniendo el abordaje útil dificulta el tratamiento, al tratarse de una población compleja con una arteriopatía periférica avanzada.

Se estima que alrededor del 80% de pacientes con un abordaje funcional para diálisis presentan un robo fisiológico según demuestra la disminución de la presión de perfusión distal¹¹. No obstante, el SRI clínicamente significativo es poco frecuente. En muchas publicaciones se ha revelado que la mayor parte de pacientes que presentan un SRI lo desarrollan en los 30 primeros días después de la creación del nuevo abordaje^{2,4}. En su revisión de 1988, Schanzer et al⁶ describieron que este síndrome afecta a alrededor del 1% de FAV nativas y al 2,7-4,3% de los abordajes para hemodiálisis potésicos. Otros autores han descrito una incidencia de hasta el 10%³. Evidentemente, las poblaciones de pacientes y los sesgos del cirujano con respecto a la configuración anatómica de los accesos vasculares influyen en la incidencia de esta complicación. En el año 2000, Wixon et al¹ publicaron un análisis detallado sobre la hemodinámica de las FAV. Describieron las consecuencias fisiológicas en el flujo sanguíneo

Tabla IV. Seguimiento a corto y largo plazo de los pacientes tratados mediante técnica DRIL

	n (%)
Seguimiento (mediana) 50 meses	
Muertes intraoperatorias	0
Mantenimiento del abordaje	21 (87)
Permeabilidad de los injertos de derivación	23 (95)
Mortalidad perioperatoria (< 30 días)	0
Mortalidad a largo plazo (> 30 días)	14 (58)
Amputaciones	
Extremidad/mano	0
Dedos	2 (8)
Curación de la herida	2 (8)

arterial de la extremidad causadas por las resistencias relativas del sistema arterial periférico, la FAV paralela, así como por las configuraciones anatómicas del abordaje. También proporcionaron una explicación detallada del mecanismo mediante el cual la técnica DRIL actúa en la resolución de la isquemia.

Los factores de riesgo preoperatorios para el desarrollo del SRI han sido identificados en diversas series de casos publicadas. Estos factores incluyen una edad > 60 años, el sexo femenino, la diabetes, la implantación de una fístula nativa, el antecedente de intervenciones previas múltiples en la extremidad y el uso de la arteria humeral como vaso dominante¹⁻⁵. En la serie del presente estudio los pacientes tratados corroboran casi todos estos resultados, particularmente con respecto a la elevada incidencia de diabetes y al uso universal de la arteria humeral como vaso aferente.

Se han usado diversos métodos para tratar a los pacientes con síndrome del robo, incluida la ligadura, el cerclaje y la elongación del injerto. Estos últimos actúan mediante un aumento en la resistencia al flujo en el acceso AV, pero con frecuencia se acompañan de la trombosis del injerto. A pesar de una experiencia razonablemente dilatada en los procedimientos de cerclaje, se dispone de datos fisiológicos limitados para cuantificar la extensión del cerclaje que mejora la isquemia y preserva el abordaje. Jain et al¹² utilizaron la angiodinamografía intraoperatoria para determinar el grado de cerclaje necesario y documentaron un resultado satisfactorio en tres pacientes, mientras que DeCaprio et al¹³ utilizaron la fotopletismografía digital. Berman et al² documentaron una tasa de eficacia del 52% con la técnica del cerclaje, sin embargo, revelaron nuevamente que la trombosis del abordaje fue la causa más frecuente de fracaso. En algunos casos, la ligadura simple de la fístula puede ser el tratamiento de elección, sacrificando el abordaje en una tentativa

de salvamento de la extremidad y preservación de la función.

El tratamiento mediante la técnica DRIL ha dado lugar a resultados homogéneos y excelentes en el tratamiento de pacientes con síndrome de robo. En 1992, Schanzer et al⁴ describieron a 14 pacientes con una permeabilidad del abordaje al año del 81,7% con una permeabilidad de la derivación del 100%. Berman et al² publicaron más tarde un estudio en 21 pacientes con tasas de salvamento de la extremidad y permeabilidad del injerto a los 18 meses del 100% y 94%, respectivamente, mediante un análisis de tablas de vida. Knox et al¹¹ publicaron una serie de 55 pacientes, el de mayor tamaño hasta la fecha, en la que se observó una resolución sustancial o completa del síndrome en el 90% de los casos. En la presente serie los resultados del tratamiento mediante la técnica DRIL coinciden con estas publicaciones, con una tasa de permeabilidad del injerto del 96% y una tasa de éxito a corto plazo en la resolución de los síntomas y el salvamento de la extremidad del 96% al mismo tiempo que se preservaba el acceso vascular.

A pesar de la eficacia descrita con esta técnica, existen ciertas reticencias por parte de los cirujanos a realizar un procedimiento de derivación y la ligadura de la arteria humeral para preservar el acceso vascular cuyo limitado tiempo de vida es bien conocido. Otros factores, como la disponibilidad de conducto, la presencia de infección o una aterosclerosis grave, pueden limitar también las opciones del cirujano. En consecuencia, en los estudios publicados se continúan describiendo otras alternativas. Minion et al¹⁴ describieron una nueva técnica, la reconstrucción del abordaje con flujo aferente distal (revision using distal flow, RUDI), que incluye la ligadura de la fístula en su origen seguido del restablecimiento de ésta a través de una derivación desde un origen arterial más distal hasta la rama venosa. En una serie de cuatro pacientes con un seguimiento de 4-14 meses, tres pacientes presentaron una resolución completa de los síntomas mientras que el cuarto experimentaba parestesias residuales. Partiendo de un sofisticado análisis fisiológico, Gradman y Pozrikidis¹⁵ describieron alternativas para el tratamiento del síndrome del robo, incluida la revascularización distal sin ligadura intermedia y la conversión de un abordaje protésico humeroaxilar en un abordaje axiloaxilar o en un abordaje axilohumeral. Al igual que en la técnica RUDI, esta última técnica aumenta el flujo distal incrementando la presión en el punto donde el flujo se reparte entre el acceso vascular y distalmente hacia el brazo. Es interesante destacar que, usando este modelo, el tratamiento mediante la técnica

DRIL fue más eficaz para incrementar el flujo sanguíneo arterial distal.

Además de tratar los casos de síndrome del robo secundarios a la creación de un acceso vascular, el conocimiento de los factores que predisponen a este cuadro permiten al cirujano planificar intervenciones dirigidas a disminuir la aparición de esta entidad. Entre las técnicas orientadas a este objetivo figuran evitar la arteria humeral en el codo y utilizar flujos aferentes más proximales, utilizar la arteria radial proximal, limitar el tamaño de la anastomosis arterial, y utilizar catéteres venosos permanentes en pacientes con factores de riesgo múltiples y una esperanza de vida limitada. Aunque está fuera del alcance de este artículo, consideramos que usando estos medios hemos reducido la incidencia del SRI en nuestra población de pacientes.

El hallazgo singular de la presente serie es la elevada mortalidad observada, del 58%, después de una mediana del seguimiento de 50 meses. En las series publicadas previamente de pacientes sometidos a tratamiento mediante la técnica no se ha descrito la mortalidad a largo plazo. Es conocido un aumento del riesgo relativo de mortalidad en alrededor del 40%¹⁶ en pacientes en hemodiálisis, secundario a diabetes. Este hallazgo no resulta sorprendente puesto que casi todos los del presente estudio eran diabéticos. En nuestro centro, las tasas de mortalidad global de la población en diálisis son mejores que las nacionales, por eso consideramos que los hallazgos en esta serie son indicativos del hecho de que los pacientes que requieren este procedimiento representan a un subgrupo de pacientes en diálisis con una arteriopatía diabética avanzada y, por esta razón, con una esperanza de vida limitada.

CONCLUSIÓN

El desarrollo del síndrome del robo isquémico sigue siendo una causa de morbilidad importante asociado a la implantación de una fístula arteriovenosa o a la implantación de un injerto para hemodiálisis. Este cuadro se observa casi exclusivamente en pacientes con un acceso AV originado en la arteria humeral a nivel del codo. Aunque el tratamiento mediante la técnica DRIL es eficaz para la resolución de la isquemia y preservar el acceso vascular, el conocimiento de los factores clínicos y anatómicos predisponentes debería permitir al cirujano evitar dicha complicación en la mayor parte de casos. El hallazgo de una limitación en la esperanza de vida es exclusiva de esta serie, y probablemente secundaria a la alta prevalencia de una arteriopatía periférica diabética avanzada. Éste es un factor que se debe considerar

en estos pacientes cuando se planifique la realización de un abordaje para hemodiálisis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wixon CL, Hughes JD, Mills JL. Understanding strategies for the treatment of ischemic steal syndrome after hemodialysis access. *J Am Coll Surg* 2000;191:301-310.
2. Berman SS, Gentile AT, Glickman MH, et al. Distal revascularization-interval ligation for limb salvage and maintenance of dialysis access in ischemic steal syndrome. *J Vasc Surg* 1997;26:393-404.
3. Ballard J, Bunt TJ, Malone J. Major complications of angioaccess surgery. *Am J Surg* 1992;66: 36-27.
4. Schanzer H, Skladany M, Haimov M. Treatment of angioaccess-induced ischemia by revascularization. *J Vasc Surg* 1992;16:861-866.
5. Sessa C, Riehl G, Porcu P, et al. Treatment of hand ischemia following angioaccess surgery using the distal revascularization-interval ligation technique with preservation of vascular access: description of an 18-case series. *Ann Vasc Surg* 2004;18:685-694.
6. Schanzer H, Schwartz M, Harrington E, et al. Treatment of ischemia due to "steal" by arteriovenous fistula with distal artery ligation and revascularization. *J Vasc Surg* 1988;7: 770-773.
7. Katz S, Kohl RD. The treatment of hand ischemia by arterial ligation and upper extremity bypass after angioaccess surgery. *J Am Coll Surg* 1996;183:239-242.
8. Diehl L, Johansen K, Watson J. Operative management of distal ischemia complicating upper extremity dialysis access. *Am J Surg* 2003;186:17-19.
9. Mwipatayi BP, Bowles T, Balakrishnan S, et al. Ischemic steal syndrome: a case series and review of current management. *J Curr Surg* 2006;63:130-135.
10. Miles AM. Upper limb ischemia after vascular access surgery: differential diagnosis and management. *Semin Dial* 2000;13:312-315.
11. Knox RC, Berman SS, Hughes JD, et al. Distal revascularization-interval ligation: a durable and effective treatment for ischemic steal syndrome after hemodialysis access. *J Vasc Surg* 2002;36:250-256.
12. Jain KM, Simoni EJ, Munn JS. A new technique to correct vascular steal secondary to hemodialysis grafts. *Surg Gynecol Obstet* 1993;175:183-184.
13. DeCaprio JD, Valentine RJ, Kakish HB, et al. Steal syndrome complicating hemodialysis access. *Cardiovasc Res* 1997;5: 648-653.
14. Minion DJ, Moore E, Endean E. Revision using distal inflow: a novel approach to dialysis-associated steal syndrome. *Ann Vasc Surg* 2005;19:625-628.
15. Gradman WS, Pozrikidis C. Analysis of options for mitigating hemodialysis access-related ischemic steal phenomena. *Ann Vasc Surg* 2004;18:59-65.
16. Goodkin DA, Bragg-Greshan JL, Koenig KG, et al. Association of comorbid conditions and mortality in hemodialysis patients in Europe, Japan, and the United States: the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *J Am Soc Nephrol* 2003;14:3270-3277.