

Trabajo original

Monitoreo ultrasonográfico para detectar estenosis del acceso en pacientes con fístulas arteriovenosas

Dra. Liliana Chávez-Guzmán,* Dr. José Luis Zárraga-Rodríguez,**

Dr. Julio Abel Serrano-Lozano,*** Dr. Erik Bravo-Arriola*

RESUMEN

Introducción: El acceso vascular sigue siendo una causa importante de hospitalización y morbilidad en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en etapa 5. De los accesos disponibles, la fístula creada quirúrgicamente se acerca más al cumplimiento de estos criterios. El objetivo de cualquier método de vigilancia es detectar estenosis y tener acceso de manera oportuna a fin de que la corrección adecuada se realice antes de la trombosis.

Material y métodos: Estudio clínico con asignación no aleatoria retrospectivo. Se incluyeron a los pacientes del Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos con diagnóstico de IRC, al momento del estudio en sustitución de la función renal con hemodiálisis a través de fístula arteriovenosa de vasos nativos. Los pacientes fueron sometidos a estudios de ultrasonido Doppler dúplex en el cual se realizaron mediciones.

Resultados: Dieciocho pacientes (51.4%) presentaron estenosis a la ultrasonografía y 17 no mostraron signos compatibles (48.6%). De los 27 pacientes con exploración física sin datos de anormalidad, cerca de la mitad (12 o 44%) sí presentó estenosis. Sin embargo, el intervalo de confianza a 95% incluye al (0.638-22.042), por lo que este dato no es estadísticamente significativo. Estudios ulteriores son necesarios para confirmar este riesgo.

Conclusión: El ultrasonido Doppler dúplex es un método útil en la detección de pacientes de alto riesgo de pérdida de la fístula, ya que es no invasivo, accesible y puede utilizarse en cualquier momento de la maduración de la misma, y debería formar parte de la evaluación rutinaria de los pacientes durante la vida útil de la fístula.

Palabras clave: Fístula arteriovenosa, acceso vascular, estenosis, trombosis.

ABSTRACT

Introduction: Vascular access remains a major cause of hospitalization and morbidity in patients with chronic kidney disease (CKD) stage 5. The proper care of HD patients with CKD stage 5 requires constant attention to the maintenance of vascular access patency and function. Of hits available, surgically created fistula is closer to meeting these criteria. As important as the precision of the method, the objective of any method of monitoring is to detect stenosis timely access to the appropriate correction can be performed before thrombosis.

Material and methods: A clinical study with retrospective nonrandomized. We included patients from Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos who met inclusion criteria currently diagnosed with CKD in renal function replacement with hemodialysis via arteriovenous fistula of native vessels. Patients underwent duplex Doppler ultrasound studies in which measurements were made.

* Servicio Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE.

** Servicio Angiología y Cirugía Vascular, Hospital General Darío Fernández, ISSSTE.

*** Jefe de Servicio Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE.

Results: 18 (51.4%) had stenosis and 17 ultrasonography showed no signs consistent (48.6%). Of the 27 patients with no evidence of physical examination abnormalities, about half (12 or 44%) presented stenosis itself. However, the confidence interval includes 95% (0.638-22.042) is not statistically significant. Further studies are needed to confirm this risk.

Conclusion: The duplex Doppler ultrasound is a useful method for the detection of patients at high risk of fistula loss since it is non-invasive, accessible and can be used at any time of the ripening thereof, and should be part of the routine evaluation of patients during the useful life of the fistula.

Key words: Arteriovenous fistula, vascular access, stenosis, thrombosis.

INTRODUCCIÓN

Más de 300,000 personas en Estados Unidos dependen de un acceso vascular para recibir tratamiento de hemodiálisis (HD). El acceso vascular sigue siendo una causa importante de hospitalización y morbilidad en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en etapa 5. La atención adecuada de los pacientes en HD con ERC en fase 5 requiere una atención constante al mantenimiento de la permeabilidad del acceso vascular y función.¹

Un ideal de acceso ofrece una velocidad de flujo adecuada con el dializador para la prescripción de la diálisis, larga vida de uso y una baja tasa de complicaciones (por ejemplo, infección, estenosis, trombosis, aneurismas e isquemia de las extremidades). De los accesos disponibles, la fistula creada quirúrgicamente se acerca más al cumplimiento de estos criterios.¹

Estudios realizados durante varias décadas demuestran consistentemente que las fistulas nativas tienen las mejores tasas de permeabilidad a cinco años y requieren el menor número de intervenciones en comparación con otros tipos de acceso.¹

Una revisión de la facturación de Medicare mostró que en el primer año los costos totales anuales para pacientes que iniciaron terapia HD con una fistula fueron los más bajos (\$68,002) en comparación con los injertos (\$75,611) y los catéteres (\$86,927 dólares). Aunque el segundo año los costos anuales totales fueron inferiores en todos los grupos, en los catéteres resultaron los más altos costos: 57,178 dólares en comparación con 54,555 dólares para los injertos y 46,689 dólares para las fistulas. Del mismo modo, en un estudio de un solo centro de Canadá, el costo de acceso vascular y la atención relacionada fue inferior en más de cinco veces en los pacientes que iniciaron el periodo de estudio con una fistula en comparación con aquéllos tratados con un catéter a largo plazo o injerto.^{1,2}

La falta de acceso se señaló como una causa importante de morbilidad para los pacientes en terapia de hemodiálisis, con una serie de informes que indican que un alto porcentaje de hospitalizaciones

de pacientes con enfermedad renal crónica fase 5 se debieron a complicaciones de acceso vascular. El *United States Renal Data System* (USRDS) informó que la falta de acceso de hemodiálisis fue la causa más frecuente de hospitalización para los pacientes con enfermedad renal crónica fase 5 y, en algunos centros, representó el mayor número de días de hospitalización. Los informes también indican un intervalo menor entre la colocación de un acceso vascular y un procedimiento quirúrgico necesario para restaurar la permeabilidad, con costos importantes para restaurar la permeabilidad. El estudio Wave 1 con datos de la morbilidad y mortalidad USRDS mostraron que los pacientes que recibieron injertos y catéteres tienen mayor riesgo de mortalidad que los pacientes dializados con fistulas.¹⁻³

La ecografía dúplex se ha convertido en la primera línea de investigación para las fistulas arteriovenosas autólogas. Se ha demostrado que la ecografía dúplex es tan precisa como la fistulografía en la evaluación de las estenosis de fistulas.⁸ La aparición de la ecografía dúplex como la herramienta principal para el examen de las fistulas arteriovenosas es el resultado de una mejor tecnología y una mejor comprensión de la anatomía, fisiología y patología del circuito de la fistula nativa.

Las estrategias de vigilancia deben ir encaminadas a su detección precoz y, de este modo, realizar un tratamiento temprano que permita prevenir la trombosis, proporcionar una calidad adecuada de diálisis y mantener la supervivencia de la FAV.¹

Tan importante como la precisión de un método, el objetivo de cualquier método de vigilancia es detectar estenosis y tener acceso de manera oportuna a fin de que la corrección adecuada se realice antes de la trombosis. Una estenosis hemodinámicamente significativa es el sustrato para la trombosis mediante la reducción de flujo, aumentando la turbulencia, y el aumento de la activación de plaquetas y tiempo de residencia contra la pared del vaso.¹

Hay estudios disponibles en los que se confirmó la presencia y el grado de estenosis mediante angiografía.⁴ El ultrasonido Doppler dúplex (UDD) es más preciso, ya que puede visualizar directamente

el grado de estenosis.⁵ Cuando UDD se utiliza para medir el flujo, en vez de identificar la estenosis anatómica, la sensibilidad y la especificidad disminuyen.⁶⁻⁸ Ninguna de las pruebas logra una sensibilidad de 90% y una especificidad > 80%.⁴⁻⁷

La estenosis en el flujo de entrada es más común de lo que se creía. Se define como estenosis en la unión con el sistema arterial, en la anastomosis arteria injerto (casos con injerto), anastomosis arteriovenosa (casos de fístula), o región yuxta-anastomótica (los primeros 2 cm por debajo de la anastomosis arterial) con una reducción > 50% del diámetro de la luz en comparación con el vaso adyacente o injerto.⁹

La frecuencia de la estenosis en el flujo de entrada es menor en los injertos que en las fístulas.⁹

La trombosis se asocia con riesgos adicionales para el paciente, y estos riesgos no están presentes con la angioplastia percutánea simple (PTA).

OBJETIVO

Identificar utilidad del USG en la detección de estenosis subclínica del acceso en pacientes con FAV de vasos nativos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Previo autorización del Comité de Investigación y Ética del hospital se realizó un estudio clínico con asignación no aleatoria retrospectivo. Se incluyeron los pacientes de cualquier edad que acudían al Servicio de Hemodiálisis del Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos con diagnóstico de IRC, al momento del estudio en sustitución de la función renal con hemodiálisis de fístula arteriovenosa de vasos nativos, y pacientes que aceptaron entrar al protocolo de estudio. Se excluyeron a pacientes portadores de catéteres venosos centrales, pacientes con estenosis venosa central, pacientes con reintervenciones en la FAVI, pacientes con hipertensión venosa, con síndrome de robo secundario a FAVI y pacientes que no aceptaron participar en el estudio.

En este momento se asignaron en dos grupos: grupo A todos aquéllos que cumplieron algún criterio clínico de estenosis, y en el grupo B todos aquéllos asintomáticos.

Los pacientes fueron sometidos a estudios de ultrasonido Doppler dúplex con un transductor de 7.5 MHz lineal. Se realizaron las siguientes mediciones:

- Boca anastomótica.
- Diámetro de arteria donadora del flujo.
- Diámetro de vena anastomosada.

- Identificación de la anatomía de la fístula por medio de USG.
- Identificación de puntos de fuga.
- Identificación de aneurismas y zonas de estenosis.
- Medición de flujos: arterial, flujo en fístula, y en caso de encontrar estenosis realizar medición del flujo en zona afectada.

Con base en esto, identificar a los pacientes que tienen estenosis y así captar a pacientes con alto riesgo de trombosis de FAVI y referir a la Consulta Externa de Angiología para normar conducta terapéutica.

Se tomó como criterio de estenosis por USG reducción de diámetro superior a 50% y flujo < 500 mL/min y criterios clínicos de estenosis, alteraciones en el thrill, dificultad en la canalización del AV, la aspiración de coágulos, los cambios de la presión arterial negativa pre-bomba, la imposibilidad de alcanzar el flujo prescrito, el aumento de presión venosa (PV) a los flujos.

Análisis

El número total de casos incluidos en este estudio fue de 35. Se formaron dos conjuntos de pacientes agrupados de acuerdo con la presentación de alteraciones a la exploración física; 27 de ellos (77.1%) no presentaron datos anormales, mientras que ocho (29.9%) presentaron alguna alteración (*Cuadro I*). Estos pacientes fueron sometidos a USG Doppler en donde se realizaron las distintas mediciones antes comentadas. Por su importancia en el pronóstico, la presencia de estenosis de la FAVI fue el criterio utilizado con el objetivo de conocer la importancia del USG Doppler en pacientes con y sin alteraciones a la exploración física.

La presencia de estenosis se valoró en ambos grupos y se procedió al análisis estadístico. Para éste se utilizó la Chi cuadrada (χ^2) para estimar la independencia estadística de las dos variables seleccionadas (presencia de estenosis y exploración física anormal). Se realizó un cuadro de contingencia con las variables descritas y se obtuvieron las medidas de riesgo más comunes (OR y RR).

Para el análisis de datos se utilizó el programa SPSS en su versión 17 para PC (*Cuadro I, Figura 1*).

El tipo de fístulas que se identificaron se muestran en el *cuadro II* y en la *figura 2*.

Los tipos de fístulas relacionados con estenosis se describen el *cuadro III* y en la *figura 3*.

Métodos matemáticos para el análisis de los datos: chi cuadrada (χ^2) para comparar proporciones entre dos o más grupos.

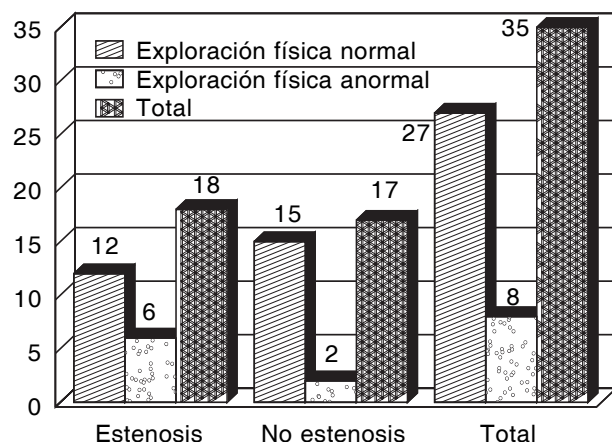


Figura 1. Distribución de los pacientes según los criterios de agrupación utilizados.

CUADRO I
Distribución de los pacientes
según los criterios de agrupación utilizados

	Estenosis		Total
	Sí	No	
Exploración física normal	12	15	27
Exploración física anormal	6	2	8
Total	18	17	35

RESULTADOS

Del total de pacientes estudiados la media de edad fue de 54.1 (16-74 años), y en este estudio no se identificó como factor de riesgo para presencia de estenosis; 18 (51.4%) presentaron estenosis a la ultrasonografía y 17 no mostraron signos compatibles (48.6%). De los cuales, 17 correspondieron al género femenino y 18 al masculino.

De los 27 pacientes con exploración física sin datos de anormalidad, cerca de la mitad (12 o 44%) sí presentó estenosis. No se encontraron diferencias en la proporción de pacientes que presentaron estenosis a la ultrasonografía entre aquéllos con alteraciones a la exploración física normal y anormal ($\chi^2 (2) = 2.307$, $p = 0.132$). Los pacientes con alteraciones a la exploración física presentaron estenosis en el USG en el mismo grado que los pacientes con exploración física normal (*Cuadro II*).

La razón de momios (Odds ratio) OR = 3.75, lo que implica que los pacientes con exploración física anormal tienen mayor probabilidad de presentar estenosis en el USG Doppler con respecto a los pacientes sin anormalidades en la exploración física.

Sin embargo, el intervalo de confianza al 95% incluye al (0.638-22.042), por lo que este dato no es

estadísticamente significativo (*Cuadro III*). Estudios ulteriores son necesarios para confirmar este riesgo.

Estimación de χ^2 de Pearson = 2.307 y p de Fisher = 0.132.

DISCUSIÓN

Los esfuerzos en evitar la trombosis radican en detectar precozmente la estenosis. Todo acceso vascular padece una tendencia natural a presentar una estenosis a expensas de una combinación de déficit de remodelado, y aparición de una neointima venosa. Este diagnóstico precoz de la estenosis y su reparación electiva antes de que se trombose la FAV intentarán evitar la morbilidad asociada. Existen diversos métodos para detectarla y posteriormente tratarla, ya sea por radiología intervencionista o por cirugía vascular.

Los métodos de seguimiento del acceso vascular (AV), una vez que ha madurado y que permite la

CUADRO II
Distribución por tipo de fístula

Tipo de fístula	Frecuencia (%)
Braquio-basílica latero-terminal	4 (11.4)
Braquio-basílica latero-lateral	4 (11.4)
Braquiocefálica latero-lateral	9 (25.7)
Braquiocefálica latero-terminal	14 (40.0)
Radio-cefálica latero-lateral	1 (2.9)
Radio-cefálica latero-terminal	3 (8.6)
Total	35 (100.0)

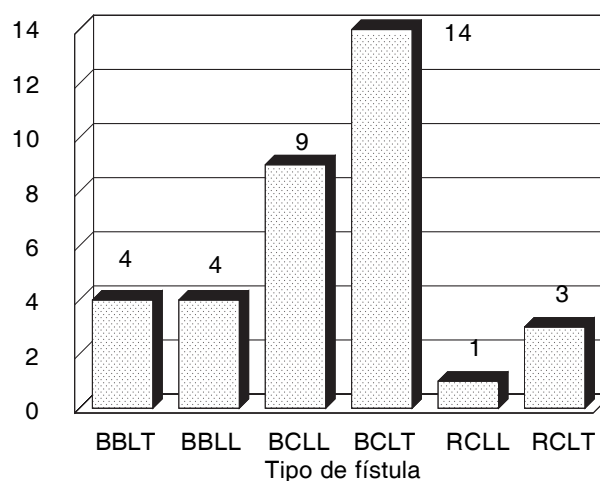


Figura 2. Distribución por tipo de fístula. BBLT: braquio basílica latero-terminal. BBLL: braquio basílica latero-lateral. BCLL: braquiocefálica latero-lateral. BCLT: braquiocefálica latero-terminal. RCLL: radio-cefálica latero-lateral. RCLT: radio cefálica latero-terminal.

CUADRO III
Tipo de fístulas con estenosis (frecuencias)

Tipo de fístula	Estenosis		Total (%)
	No (%)	Sí (%)	
Braquio-basílica latero-terminal	2 (5.7)	2 (5.7)	4 (11.4)
Braquio-basílica latero-lateral	3 (8.6)	1 (2.9)	4 (11.4)
Braquiocefálica latero lateral	5 (14.3)	4 (11.4)	9 (25.7)
Braquiocefálica latero-terminal	3 (8.6)	11 (31.4)	14 (40.0)
Radio-cefálica latero-lateral	1 (2.9)	0 (0)	1 (2.9)
Radio-cefálica latero-terminal	3 (8.6)	0 (0)	3 (8.6)
Total	17 (48.6)	18 (51.4)	35 (100)

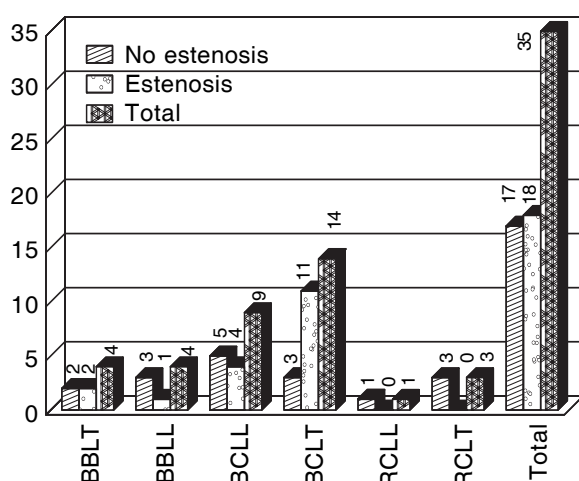


Figura 3. Tipo de fístula con estenosis. BBLT: braquio-basílica latero-terminal. BBLL: braquio-basílica latero-lateral. BCLL: braquiocefálica latero lateral. BCLT: braquiocefálica latero-terminal. RCLL: radio-cefálica latero-lateral. RCLT: radio-cefálica latero-terminal.

punción adecuada para realizar la hemodiálisis, incluyen la monitorización a expensas de la exploración física y la vigilancia con diferentes tipos de dispositivos.

Monitorización clínica

La monitorización clínica incluye la exploración física y las complicaciones de la hemodiálisis derivadas del AV. Presenta una capacidad diagnóstica variable en las diferentes series. En las cuales se demuestran una sensibilidad y una especificidad comprendidas entre 80% y más de 95%.^{13,14}

- **Exploración física.** Se ha demostrado que posee una alta eficacia en la detección de disfunción del AV. Se basa en la inspección, palpación y auscultación del AV en la anastomosis y todo

el trayecto venoso antes y después de finalizar la sesión de hemodiálisis.¹⁵

- **Inspección.** Se valora todo el trayecto venoso, la presencia de estenosis visibles, hematomas, dilataciones, edema o circulación colateral, alteraciones en el color o la temperatura, signos inflamatorios o alteraciones en el tiempo de hemostasia.¹⁰⁻¹² Se deberá realizar, asimismo, con elevación del brazo para valorar si existe la acentuación de alguno de los signos, como la ausencia de colapso por encima de una zonaestenótica.
- **Palpación.** Se valorarán el thrill y el pulso. El thrill deberá ser uniforme y disminuir de intensidad al alejarse de la anastomosis. 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 indicaría una estenosis grave, ya que de no haber estenosis o de ser ésta moderada, el pulso tendría que aumentar.
- **Auscultación.** El soplo debe de ser continuo y suave, disminuyendo de forma progresiva en intensidad. En los injertos esta evaluación es más difícil debido a la rigidez del mismo.¹⁶

Complicaciones de la hemodiálisis derivadas del acceso vascular

Éstas pueden ser la dificultad en la canalización del AV, la aspiración de coágulos, los cambios de la presión arterial negativa pre-bomba, la imposibilidad de alcanzar el flujo prescrito, el aumento de presión venosa (PV) a los flujos. Ante la existencia de una estenosis significativa aparecerá un aumento retrógrado de presión que podría detectarse con los métodos de vigilancia que se caracterizan por su capacidad de medir el flujo del AV y entre éstos destacan:

- **Medición del flujo del AV mediante ultrasonido Doppler.** El ultrasonido Doppler dúplex, además de permitir la exploración morfológica, hace la funcional al realizar la medición del flujo, o viceversa, es decir, al medir el flujo si el resultado es anómalo, permite el diagnóstico inmediato por imagen. Puede presentar una gran variabilidad entre observadores dado que para realizar el cálculo se requieren la medición de la sección del vaso y la medición de la velocidad que depende del ángulo de insonación. Por lo que requiere que se realicen con una adecuada protocolización.¹⁷

A su gran utilidad desde el punto de vista morfológico, con la precisión en el estudio de imagen comparable con la angiografía (con la excepción de arterias de la mano y vasos centrales), se une el estudio hemodinámico. Éste permitirá interpretar si son funcionalmente significativas las estenosis diagnosticadas inicialmente por imagen, como la angiografía.^{17,18}

- **Medición del flujo. Criterios de estenosis.** Se sugiere un nivel de flujo en FAV < 500 mL/min como el de mayor valor predictivo de estenosis, hasta niveles más altos, 750 mL/min en radiocefálica distal o 1,000 mL/min en radiocefálica proximal.¹

Las guías KDOQI han establecido un valor absoluto de 600 mL/min para injertos de politetrafluoroetileno (PTFE) y 500 mL/min de FAVI, valores obtenidos con la dilución ultrasónica. Se debe de considerar la disminución temporal del flujo superior a 20-25%, tanto para FAV como para el injerto. Conviene hacer dos determinaciones en la misma sesión o en dos sesiones consecutivas.¹

Si se quiere diseñar un programa de vigilancia ideal para reducir la trombosis del AV, éste debería reunir tres criterios: tener un alto valor predictivo para las estenosis hemodinámicamente significativas; ser capaz de distinguir entre las estenosis que tienden a la trombosis respecto a las que permanecerán estables sin intervención, y la angioplastia preventiva de la estenosis detectada por la vigilancia debería reducir la probabilidad de trombosis del acceso.

CONCLUSIÓN

Hay datos que sugieren que posiblemente haya que modificar los puntos de corte para evitar los tratamientos a AV con diagnóstico de estenosis, pero sin riesgo de trombosis. La evidencia disponible sugiere que la monitorización y la vigilancia del AV no han de ir encaminadas únicamente al diag-

nóstico de estenosis, sino a identificar el AV con riesgo de trombosis. A esta justificación dada por evitar el sobre-tratamiento de falsos positivos que aumentan el riesgo de trombosis, se añadiría el concepto de costo/beneficio. Y que el tratamiento debería considerarse si la estenosis es superior a 50%, pero con una repercusión hemodinámica demostrada.

El ultrasonido Doppler dúplex es un método útil en la detección de pacientes de alto riesgo de pérdida de la fistula, ya que es no invasivo, accesible y puede utilizarse en cualquier momento de la maduración de la misma, y debería formar parte de la evaluación rutinaria de los pacientes durante la vida útil de la fistula; en este tipo de seguimientos no hay que olvidar que alcanzan su máximo rendimiento en un ámbito multidisciplinario. La monitorización y la vigilancia protocolizada pueden realizarse de una forma adecuada en colaboración de otros servicios como Radiología, Cirugía Vascular y Nefrología, que es el servicio de mayor contacto con este tipo de pacientes.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia que me ha apoyado incondicionalmente en el cumplimiento de mis objetivos en la vida.

A mis maestros que transmitieron sus conocimientos con el único fin de formar profesionistas de calidad. Gracias por todos sus consejos.

A mis compañeros que hicieron más leve y agradable el camino.

Pero, sobre todo, a los pacientes que han confiado su vida en nuestras manos.

REFERENCIAS

1. KDOQI HD Adequacy guidelines for 2006 (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.
2. Mayers JD, Markell MS, Cohen LS, Hong J, Lundin P, Friedman EA. Vascular access surgery for maintenance hemodialysis. Variables in hospital stay. *ASAIO J* 1992; 38: 113-5.
3. The Cost Effectiveness of Alternative Types of Vascular access and the Economic Cost of ESRD. Bethesda MD, National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; 1995, p. 139-57.
4. Planken RN, Tordoir JH, Dammers R, et al. Stenosis detection in forearm hemodialysis arteriovenous fistulae by multiphase contrast-enhanced magnetic resonance angiography: Preliminary experience. *J Magn Reson Imaging* 2003; 17: 54-64.
5. Robbin ML, Oser RF, Allon M, et al. Hemodialysis access graft stenosis: US detection. *Radiology* 1998; 208: 655-61.

6. Bosman PJ, Boereboom FT, Smits HF, Eikelboom BC, Koomans HA, Blankestijn PJ. Pressure or flow recordings for the surveillance of hemodialysis grafts. *Kidney Int* 1997; 52: 1084-8.
7. Gadallah MF, Paulson WD, Vickers B, Work J. Accuracy of Doppler ultrasound in diagnosing anatomic stenosis of hemodialysis arteriovenous access as compared with fistulography. *Am J Kidney Dis* 1998; 32: 273-7.
8. Schwarz C, Mitterbauer C, Boczula M, et al. Flow monitoring: Performance characteristics of ultrasound dilution versus color Doppler ultrasound compared with fistulography. *Am J Kidney Dis* 2003; 42: 539-45.
9. Asif A, Gadalean FN, Merrill D, et al. Inflow stenosis in arteriovenous fistulas and grafts: A multimulticenter, prospective study. *Kidney Int* 2005; 67: 1986-92.
10. Beathard GA. Physical examination of AV grafts. *Semin Dial* 1996; 5: 74-6.
11. Beathard GA. Physical examination: The forgotten tool. In: Gray RJ, Sands JJ (eds.). *Dialysis Access: A Multidisciplinary Approach*. Philadelphia, P.A.: Lippincott Williams & Wilkins; 2002, p. 111-8.
12. Trerotola SO, Scheel PJ Jr., Powe NR, et al. Screening for dialysis access graft malfunction: Comparison of physical examination with US. *J Vasc Interv Radiol* 1996; 7: 15-20.
13. Asif A, León C, Orozco-Vargas LC, Krishnamurthy G, Choi KL, Mercado C, et al. Accuracy of physical examination in the detection of arteriovenous fistula stenosis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007; 2(6): 1191-4.
14. Campos RP, Chula DC, Perreto S, Riella MC, Do Nascimento MM. Accuracy of physical examination and intra-access pressure in the detection of stenosis in hemodialysis arteriovenous fistula. *Semin Dial* 2008; 21(3): 269-73.
15. Beathard GA. An algorithm for the physical examination of early fistula failure. *Semin Dial* 2005; 18(4): 331-5.
16. Trerotola SO, Scheel PJ Jr., Powe NR, Prescott C, Fealey N, He J, et al. Screening for dialysis access graft malfunction: comparison of physical examination with US. *J Vasc Interv Radiol* 1996; 7(1): 15-20.
17. 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(3): 539-45.
18. 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(1): 117-21.

Correspondencia:

Dra. Liliana Chávez-Guzmán

Xicoténcatl, Núm. 333-14

Col. Del Carmen Coyoacán

C.P. 04100, Mexico, D.F.

Tel.: (55) 1493-8413

Correo electrónico: dralilicha@hotmail.com