

# **MEDICIÓN DEL FLUJO DEL ACCESO VASCULAR CON DIALISANCIA IÓNICA**

**M<sup>a</sup> Teresa Manso Gil, Isidro Parada López, Jacoba Rodríguez Peña, José Luis Merino Rivas**

***Hospital Ramón y Cajal. Madrid***

## **INTRODUCCIÓN**

La medición del flujo del acceso vascular es recomendable para vigilancia del mismo y detección precoz de estenosis (1). Los métodos más utilizados son el Eco-Doppler y los basados en la inversión del sentido de circulación de la sangre a través de las agujas. Estos últimos tienen la ventaja de poder ser realizados por personal de enfermería. Al invertir las líneas del circuito sanguíneo de hemodiálisis (HD), se producen variaciones en la tasa de recirculación del acceso vascular que son dependientes del flujo del mismo y permiten su cálculo. La tasa de recirculación se estudia con técnicas de hemodilución (administración de suero salino en la línea de retorno) y en su repercusión en sensores colocados en la línea arterial, que miden la velocidad de transmisión de ultrasonidos (2), la conductividad (3), el hematocrito (4) o la temperatura de la sangre (5). La inversión de líneas también produce cambios en los aumentos del hematocrito inducidos por incrementos bruscos de la tasa de ultrafiltración, constituyendo la base de otro método para medir el flujo del acceso vascular (6,7). El método de la dilución ultrasónica, está validado experimentalmente (8) y es el más utilizado en la actualidad (9,15).

Hay monitores de HD que incorporan la lectura automática de la dialisancia iónica mediante el análisis de la conductividad a la entrada y a la salida del dializador. La dialisancia iónica es equivalente al aclaramiento "efectivo" de urea (aclaramiento del dializador corregido por la recirculación total) y su valor disminuye al invertir la posición de las agujas. Se ha comprobado que esta variación depende del flujo del acceso vascular y permite su cálculo sin usar hemodilución (16). La dialisancia iónica constituye otro método para obtener el flujo del acceso vascular, escasamente divulgado a la vista de las pocas publicaciones existentes (16,18).

En este trabajo analizamos la utilidad de la dialisancia iónica en la medición del flujo del acceso vascular, comparando los resultados de este método con los obtenidos a través de la técnica habitual de dilución ultrasónica.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se incluyeron en el trabajo todos los enfermos de nuestro programa de HD hospitalaria que utilizaban un monitor con lectura de dialisancia iónica. De 36 enfermos, el estudio se realizó en 33 de ellos, 19 varones y 14 mujeres, de edades entre 24 y 82 años y un tiempo en HD que oscilaba entre 4 meses y

11 años. Todos eran portadores de una fístula arteriovenosa (FAV) nativa, 24 radiocefálicas y 9 humerocefálicas.

En la misma sesión de HD se midió el flujo del acceso vascular por ultrasonidos (Transonic®) y por dialisancia iónica (Diascan® en monitor Integra de Hospal). El sistema Diascan® realiza una lectura automática de la dialisancia iónica cada 30 min. La medición fue realizada en la primera hora de la sesión de HD, a flujo de bomba de 250 ml/min. Primero se calcula la recirculación del acceso vascular con el monitor Transonic® por hemodilución (se administran 10 ml de suero salino isotónico en la línea que hace de venosa), y se espera a la lectura de la dialisancia iónica por el monitor Integra (D). A continuación se invierten las líneas de HD manteniendo el mismo flujo de bomba y tasa de ultrafiltración (Qf), se vuelve a analizar la recirculación del acceso con el Transonic® por el procedimiento anterior, y se espera a una nueva lectura de la dialisancia iónica (Dinv). Posteriormente, se colocan las líneas en posición normal y se continúa la sesión de HD al flujo arterial de bomba prescrito para cada enfermo.

El flujo del acceso vascular medido por ultrasonidos (QaUs), se calcula a través del software incorporado al monitor Transonic®. El flujo del acceso vascular por el método de la dialisancia iónica (QaDi) se obtiene mediante la siguiente fórmula (16):

$$QaDi = Dinv * (D-Qf) / (D-Dinv)$$

Para determinar el flujo del acceso vascular con ambos métodos es necesario que exista recirculación con líneas invertidas y que se pueda mantener el flujo de bomba. De 36 enfermos incluidos inicialmente, en tres no fue posible la determinación: dos por no tener recirculación con líneas invertidas y en uno por no obtener flujo de 250 ml/min al invertir líneas.

Para estudiar la reproductibilidad de ambos procedimientos, se realizó una segunda medida del flujo del acceso vascular en 31 enfermos con el método ultrasónico y en 30 con el de la dialisancia iónica. El tiempo transcurrido entre ambas determinaciones osciló entre 2 y 14 días.

Los valores inferiores a 500 ml/min se consideraron flujos bajos por atribuírseles valor predictivo de estenosis en las FAV nativas (19).

Los resultados se expresan como media y desviación standard. Para estudio de la concordancia, hemos analizado la diferencia relativa (diferencia absoluta de mediciones dividido entre la media de ambas, en porcentaje), la construcción de Bland-Altman (20), el coeficiente de correlación de Pearson, el coeficiente recorrelación intraclase (21) y el coeficiente de concordancia kappa (22). La reproductibilidad (variabilidad intramétodo) se analizó mediante la media de los coeficientes de variación de las mediciones duplicadas. Para la comparación de medias, se utilizó el test de Student. El valor de  $p > 0.05$ , fue considerado estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

En la tabla I están representados los resultados del flujo del acceso vascular según el método utilizado y la localización de la FAV. La diferencia entre QaDi y QaUs fue de  $-199 \pm 289$  ml/min (intervalo de confianza  $-97$  y  $-302$ ,  $p < 0.001$ ). La diferencia relativa entre ambos métodos fue de  $32 \pm 21\%$  (rango 1-76, mediana 26) y no estaba influenciada por la localización de la FAV ( $31 \pm 21\%$  en la FAVRC, y  $33 \pm 23\%$  en la FAVHC).

La figura 1 muestra la correlación entre QaDi y QaUs. La fórmula de la recta de regresión es:  $QaDi = 134 + 0.65 \cdot QaUs$  ( $r = 0.8605$ ,  $p < 0.001$ ). El grado de correlación no varía según la localización de la FAV (FAVRC:  $r = 0.8732$ ,  $p < 0.001$ ; FAVHC:  $r = 0.8489$ ,  $p < 0.01$ ). El coeficiente de correlación intraclase entre ambos métodos es 0.89 (grado de fiabilidad excelente).

La figura 2 muestra la construcción de Bland-Altman. El QaDi suele ser inferior al valor del QaUs y como indica la recta de regresión, la diferencia aumenta para valores altos del flujo del acceso vascular ( $r = 0.4745$ ,  $p < 0.01$ ).

Los enfermos fueron clasificados en dos grupos según el flujo del acceso vascular:  $\geq 500$  ml/min o  $< 500$  ml/min (flujo bajo). Presentaron flujo bajo 11 enfermos con el método de dialisancia iónica y 7 con el de ultrasonidos, coincidiendo estos últimos en ambos métodos. El índice de concordancia kappa entre los dos métodos para la identificación del grupo de flujo bajo fue de 0.70 (grado de concordancia bueno).

El coeficiente de variación (variabilidad intramétodo) de las mediciones duplicadas fue de  $15 \pm 16\%$  para el método ultrasónico y de  $22 \pm 18\%$  para el método de la dialisancia iónica ( $p = n.s$ ). La diferencia relativa entre ambos procedimientos (variabilidad intermétodo) es superior al coeficiente de variación de cada uno de ellos (variabilidad intramétodo):  $p < 0.001$  respecto al de ultrasonidos y  $p < 0.05$  respecto a la dialisancia iónica.

## DISCUSIÓN

A través de la dialisancia iónica se pueden obtener datos relevantes de la sesión de HD como el balance iónico, conductividad plasmática y dosis de diálisis administrada. La dialisancia iónica disminuye al invertir las líneas de HD, fenómeno que depende del flujo de acceso y que permite su cálculo (16). Comparando este método con el de dilución ultrasónica, hallamos que entre ambos procedimientos existe una buena correlación ( $r = 0.8605$ ,  $p < 0.001$ ) y fiabilidad (coeficiente correlación intraclase: 0.89), aunque la dialisancia iónica proporciona una medida del flujo del acceso vascular inferior a la obtenida con ultrasonidos:  $771 \pm 425$  vs  $971 \pm 557$  ml/min ( $p < 0.001$ ). La diferencia media entre ambos métodos es de  $-199$  ml/min y aumenta para flujos altos, según se observa en la construcción de Bland-Altman. La diferencia relativa entre los dos procedimientos (32%) es superior al coeficiente de variación de cada uno de ellos (15% para los ultrasonidos y 22% para la dialisancia iónica). La dialisancia iónica y la dilución ultrasónica no proporcionan medidas equivalentes del flujo del acceso vascular.

La cuantificación del flujo del acceso vascular varía según la técnica de medida empleada. Los estudios que han comparado diversos procedimientos obtienen resultados distintos aunque, en general, la correlación entre ellos es buena (4,6,12,15). Si relacionamos la dilución ultrasónica con las técnicas de eco-doppler (12), dilución con hematocrito (4) y ultrafiltración (6), éstas dan valores más altos, mientras que la termodilución proporciona valores más bajos (15).

Nuestros datos indican que el método de la dialisancia iónica infraestima el flujo del acceso vascular en relación a la técnica ultrasónica. El procedimiento de medida ha de ser tenido en cuenta cuando se pretende establecer un nivel mínimo de flujo con valor predictivo para la prevención de complicaciones.

El principal interés del estudio del flujo del acceso vascular, es la identificación de accesos con flujo bajo (<500 ml/min), puesto que ello es indicador de estenosis y predicción de trombosis (1,19). Si clasificamos a los enfermos en dos grupos según un flujo de acceso vascular >500 ml/min o <500 ml/min, obtenemos un grado de concordancia bueno entre ambas técnicas (de acuerdo al índice kappa), de tal modo que ningún enfermo con flujo  $\geq 500$  ml/min por dialisancia iónica, obtuvo flujos bajos mediante ultrasonidos.

Hay autores que dan más relevancia pronóstica al descenso progresivo del flujo del acceso vascular en controles seriados que a su valor inicial (10,14). La medición periódica del flujo, es importante para la vigilancia del mismo. Al estar incorporada la dialisancia iónica al monitor de HD, facilita la repetición de mediciones y el seguimiento del flujo de acceso.

Todos nuestros enfermos eran portadores de una FAV nativa. Los valores de flujo que hemos obtenido con ultrasonidos son muy similares a los referidos por otros autores. En el estudio de Begin et al (13), el flujo medio fue de  $1285 \pm 652$  ml/min para la FAVHC y  $647 \pm 331$  ml/min para la FAVRC. Rehman et al, obtuvieron un flujo de  $1126 \pm 333$  ml/min en FAV nativas sin precisar localización (9). En otros estudios, en los que mezclan FAV nativas y prótesis, los flujos medios fueron 964 ml/min (23), 950 ml/min (6), 843 ml/min (24) y 752 ml/min (12).

Para medir el flujo del acceso vascular en una FAV nativa por cualquiera de los métodos de líneas invertidas, las agujas deben situarse en la misma vena, ya que ha de existir recirculación al invertir las líneas de HD (2,16). Se recomienda realizar la medición en los primeros 90 min de la sesión de HD, ya que el flujo del acceso vascular puede disminuir a lo largo de la misma (9).

En resumen, con la dialisancia ionica es posible calcular el flujo del acceso vascular. Esta técnica proporciona un valor del flujo del acceso vascular inferior al obtenido por ultrasonidos pero útil para la detección de flujos bajos. Su conocimiento tiene especial interés en las unidades con monitores de HD con lectura de dialisancia iónica sin monitor de ultrasonidos. Es un método sencillo, no precisa material complementario de medida y requiere poco tiempo.

**Tabla I.- Flujo del acceso vascular (ml/min) según el método de medida y la localización de la fístula arteriovenosa.**

Grupo total (n=33)	QaUs 971±557 (rango 240-2300)	QaDi 771±425 (rango 195-1644)	p<0.001
FAV RC (n=24)	879±446	716±393	p<0.01
FAV HC (n=9)	1214±760	919±495	p=0.07

QaUs = Flujo del acceso vascular por ultrasonidos (ml/min)  
 QaDi = Flujo del acceso vascular por dialisancia iónica (ml/min)  
 FAVRC: Fístula arteriovenosa radiocefálica  
 FAVHC: Fístula arteriovenosa humerocefálica

Figura 1: Relación entre el flujo del acceso vascular medido por dialisancia iónica (QaDi) y el flujo del acceso vascular medido por ultrasonidos (QaUs).

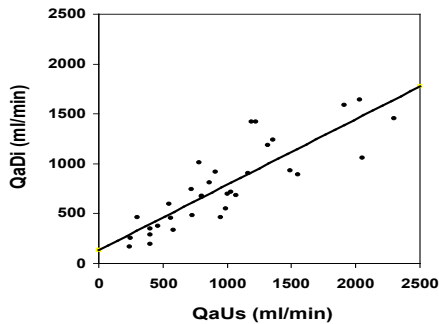
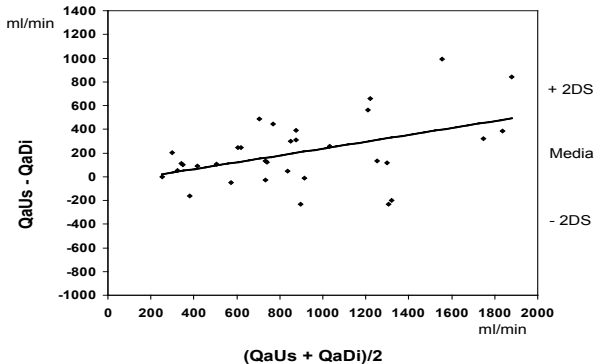


Figura 2.- Construcción de Bland-Altman. QaUs: Flujo del acceso vascular medido por ultrasonidos; QaDi: Flujo del acceso vascular medido por dialisancia iónica.



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Rodríguez Hernandez J.A., González Parra E., Gutierrez Julián J.M., Segarra Medrano A., Almirante B., Martínez M<sup>AT</sup>., Arrieta J., Fernández Rivera C., Galera A., Gallego Beuter J., Górriz J.L., Herrero J.L., López Menchero R., Ochando A., Perez Bañasco V., Polo J.R., Pueyo J., Ruiz Camps I., Segura Iglesias R.: Vigilancia y seguimiento del acceso vascular. En Guía de acceso vascular en hemodiálisis. Nefrología 25 (Suplemento 1): 34-47, 2005.
- 2.- Krivitski N.M.: Novel method to measure access flow during hemodialysis by ultrasound velocity dilution technique. ASAIO J 41: M741-M745, 1995.
- 3.- Lindsay R.M., Blake P.G., Malek P., Posen G., Martin B., Bradfield E.: Hemodialysis access blood flow rates can be measured by a differential conductivity technique and are predictive of access clotting. Am J Kidney Dis 30: 475-482, 1997.
- 4.- Lindsay R.M., Bradfield E., Rothera C., Kianfar C., Malek P., Blake P.G.: A comparison of methods for the measurement of hemodialysis access recirculation and access blood flow rate. ASAIO J 44: 62-67, 1998.
- 5.- Schneditz D., Kaufman A.M., Levin N.: Surveillance of access function by the blood temperature monitor. Seminars in Dialysis 16; 483-487, 2003.
- 6.- Yasar D., Cheung A.K., Sakiewicz P., Lindsay R.M., Paganini E.P., Steuer R.R., Leypoldt J.K.: Ultrafiltration method for measuring vascular access flow rates during hemodialysis. Kidney Int 56; 1129-1135, 1999.
- 7.- Roca-Tey R., Samon Guasch R., Ibrik O., García-Madrid C., Herranz J.J., García-González L., Viladoms Guerra J.: Monitorización del acceso vascular mediante la determinación del flujo sanguíneo durante la hemodiálisis por el método de ultrafiltración. Estudio prospectivo de 65 pacientes. Nefrología 24; 246-252, 2004.
- 8.- Glead R.D., Harvey H.J., Dobson A: Validation in the sheep of an ultrasound velocity dilution technique for haemodialysis graft flow. Nephrol Dial Transplant 12: 144-1467, 1997.
- 9.- Rehman S.U., Pupim L.B., Shyr Y., Hakim R., Ikizler T.A.: Intradialytic serial vascular access flow measurements. Am J Kidney Dis 34: 471-477, 1999.
- 10.- Paulson W.D., Ram S.J., Birk C.G., Work J.: Does blood flow accurately predict thrombosis or failure of hemodialysis synthetic grafts? A Meta-Analysis. Am J Kidney Dis 34: 478-485, 1999.
- 11.- Barril G., Andriano T., Selgas R.: Utilidad del monitor Transonic HD01 en el seguimiento del acceso vascular de PTFE en una paciente en hemodiálisis, Nefrología XXI: 416-417, 2001.
- 12.- Zanen A.L., Toonder I.M., Korten E., Wittens C.H.A., Diderich Ph.P.N.M.: Flow measurements in dialysis shunts: lack of agreement between conventional Doppler, CVI-Q, and ultrasound dilution. Nephrol Dial Transplant 16: 395-399, 2001.
- 13.- Bégín V., Ethier J., Dumont M., Leblanc M.: Prospective evaluation of the intra-access flow of recently created native arteriovenous fistulae. Am J Kidney Dis 40: 1277-1282, 2002.

- 14.- Tessitore N., Bedogna V., Gammara L., Lipari G., Poli A., Baggio E., Firpo M., Morana G., Mansueto G., Maschio G.: Diagnostic accuracy of ultrasound dilution access blood flow measurement in detecting stenosis and predicting thrombosis in native forearm arteriovenous fistulae for haemodialysis. *Am J Kidney Dis* 42: 331-334, 2003.
- 15.- Lopot F., Nejedly B., Sulkova S., Blaha J.: Comparison of different techniques of hemodialysis vascular access flow evaluation. *Int J Artif Organs* 26: 1056-1063, 2003.
- 16.- Mercadal L., Hamani A., Béné B., Petitclerc T.: Determination of access blood flow from ionic dialysance: Theory and validation. *Kidney Int* 56: 1560-1565, 1999.
- 17.- Gotch F.A., Buyaki R., Panlilio F., Folden T.: Measurement of blood access flow rate during hemodialysis from conductivity dialysance. *ASAIO J* 45: 139-146, 1999.
- 18.- Mercadal L., Challier E., Cluzel P., Hamani A., Boulechfar H., Boukhalfa Z., Izzedine H., Bassilios N., Barrou B., Deray G., Petitclerc T.: Detection of vascular access stenosis by measurement of access flow from ionic dialysance. *Blood Purif* 20: 177-181, 2002.
- 19.-Tonelli M., Jhangri G.D., Hirsch D.J., Marryatt J., Mossop P., Wile C., Jindal K.K.,: Best threshold for diagnosis of stenosis oor thrombosis within six months of access flow measurement in arteriovenous fistulae. *J Am Soc Nephrol* 14: 3264-3269, 2003.
- 20.- Bland J.M., Altman D.G.: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1: 307-310, 1986.
- 21.- Prieto L., Lamarca R., Casado A.: La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin* 110: 142-145, 1998.
- 22.- Landis J.R., Koch G.C.: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33: 159-174, 1977.
- 23.- Depner Th. A., Krivitski N.M.: Clinical measurement of blood flow in hemodialysis access fistulae and grafts by ultrasound dilution. *ASAIO Journal* 41: M745-M749, 1995.
- 24.- Barril G., Besada E., Cirugeda A., Fernández-Perpen A., Selgas R.: Hemodialysis vascular assessment by an ultrasound dilution method (transonic) in patients older than 65 years. *Int Urol Nephrol* 32: 459-462, 2001.