

Exploración funcional del acceso vascular durante la hemodiálisis en 38 pacientes mediante la técnica de Termodilución. Estudio comparativo con el método Delta-H

R. Roca-Tey, R. Samon, O. Ibrik, I. Giménez y J. Viladoms

Servicio de Nefrología. Fundación Privada Hospital de Mollet. Barcelona.

Nefrología 2008; 28 (4) 447-452

RESUMEN

Introducción: La determinación periódica del flujo sanguíneo (QA) del acceso vascular (AV) es el método de elección para su monitorización en los pacientes (pts) con IRC.

Objetivos: Determinar QA mediante la técnica de Termodilución (TDT) y comparar los resultados funcionales con el método Delta-H.

Pacientes y método: Hemos determinado no invasivamente el Q_A de 38 AV (duración media $48,7 \pm 69,8$ meses) durante la HD en 38 pts (edad media $63,8 \pm 15,1$ años, tiempo medio en HD $47,6 \pm 53,9$ meses, nefropatía diabética 18,4%) con IRC mediante TDT. Catorce pts (36,8%) tenían el antecedente de algún AV previo, que fue ipsilateral al AV actual en la mayoría de los casos (11/14, 78,6%). Trece pts (34,2%) tenían el antecedente de alguna comorbilidad distinta de la diabetes (cardiopatía isquémica o enfermedad cerebrovascular o arteriopatía periférica). El Q_A se calculó a partir de los valores de recirculación obtenidos mediante el monitor de temperatura sanguínea (BTM), integrado en la máquina Fresenius Medical Care 4008-S, con las líneas sanguíneas de HD en configuración normal e invertida. El Q_A se determinó durante la primera hora de 2 sesiones consecutivas de HD (ambos valores se promediaron). La presión arterial media PAM y la distancia entre las agujas (DEA) se registraron simultáneamente con Q_A . Además, el flujo sanguíneo del AV se determinó nuevamente en un plazo no superior a 15 días mediante el método Delta-H utilizando el monitor Crit Line III (HemaMetrics, USA).

Resultados: El Q_A medio fue $1.170,5 \pm 464,2$ ml/min (intervalo, $289,4-2.346,4$ ml/min). La mayoría de AV (44,7%) presentaban un Q_A medio comprendido entre 1.000 y 1.500 ml/min. La DEA y PAM medios fueron $6,2 \pm 2,9$ cm y $91,9 \pm 12,4$ mmHg, respectivamente. El Q_A fue similar tanto para los pts con PAM inferior a 100 mmHg ($n = 26$) como para los pts con PAM igual o superior a 100 mmHg ($n = 12$) ($p = 0,85$). Los pts con nefropatía diabética presentaron un QA significativamente inferior ($836,1 \pm 395,8$ ml/min) en relación a los restantes pts ($1.245,9 \pm 449,9$ ml/min) ($p = 0,62$). Se objetivó la tendencia a un mayor Q_A de la FAVI humeral en relación a

la FAVI radial ($1.323,6 \pm 465,3$ versus $1.017,4 \pm 447,3$ ml/min) ($p = 0,052$). Los pts con antecedente de AV previo, presentaron un Q_A medio significativamente superior ($1.410,6 \pm 377,7$ ml/min) en relación a los restantes pts ($1.034,4 \pm 458,7$ ml/min) ($p = 0,013$). No hemos objetivado ninguna correlación entre el Q_A medio y: edad, DEA, PAM, índice Kt/V, tiempo en HD y duración del AV. El Q_A medio obtenido mediante TDT fue similar al flujo sanguíneo medio determinado con el método Delta-H ($1.151,3 \pm 479,0$ ml/min) ($p = 0,89$). Los valores del flujo sanguíneo del AV obtenidos mediante TDT se correlacionaron significativamente con los determinados con el método Delta-H (coeficiente de correlación intraclassa = $0,95$, $p < 0,001$).

Conclusiones: La TDT permite determinar QA durante la HD. El perfil funcional del AV fue peor en los pts con nefropatía diabética o sin antecedente de AV previo. Los valores de flujo sanguíneo del AV obtenidos mediante los métodos TDT y Delta-H se correlacionaron significativamente.

Palabras clave: Acceso vascular. Flujo sanguíneo. Termodilución. Delta-H.

SUMMARY

Introduction: Periodic QA measurement is the preferred way for VA surveillance in end-stage renal disease (ESRD) patients (pts). Objective: The aims of this study were to measure QA by TDT and to compare the functional results with Delta-H method.

Patients and methods: We measured Q_A non invasively in 38 VA (mean VA duration: 48.7 ± 69.8 months) during HD in 38 stable ESRD (mean age 63.8 ± 15.1 yr, mean time on HD 47.6 ± 53.9 months, diabetic nephropathy 18.4%) pts by the TDT. Fourteen pts (36.8%) had history of previous VA that were ipsilateral to the VA under study in most cases (11/14, 78.6%). Thirteen pts (34.2%) had history of any comorbidity (coronary artery or cerebrovascular or peripheral vascular diseases). Q_A was calculated from the recirculation values obtained by means of the blood temperature monitor (BTM), integrated into the Fresenius Medical Care 4008-S machine, at normal and reverse configurations of the HD blood lines. Q_A was measured within the first hour of two consecutive HD sessions (the values were averaged). Mean arterial pressure MAP and distance between needles (DBN) were measured simultaneous with Q_A . In addition, the VA blood flow was also determined by Delta-H method using Crit-Line III Monitor (ABF-mode, HemaMetrics, USA).

Correspondencia: Ramón Roca-Tey
Tamarit, 144-146, 3.º 3.ª
08015 Barcelona
18647rrt@comb.es

originales

Results: Mean Q_A was 1170.5 ± 464.2 ml/min (range, 289.4-2,346.4 ml/min). Most VA (44.7%) showed mean Q_A between 1,000 and 1,500 ml/min. The mean DBN and MAP were 6.2 ± 2.9 cm, 91.9 ± 12.4 mmHg, respectively. Mean Q_A was similar for pts with mean MAP < 100 mmHg ($n = 26$) and for pts with mean MAP ≥ 100 mmHg ($n = 12$) ($p = 0.85$). Pts with diabetic nephropathy showed lower mean Q_A (836.1 ± 395.8 ml/min) compared to the remaining pts ($1,245.9 \pm 449.9$ ml/min) ($p = 0.033$). No differences in mean Q_A was found when pts with any comorbidity and without comorbidities were compared ($p = 0.62$). Brachial AVF tended to have higher mean Q_A ($1,323.6 \pm 465.3$ ml/min) compared to radial AVF ($1,017.4 \pm 447.3$ ml/min) ($p = 0.052$). Pts with history of previous VA showed higher mean Q_A ($1,410.6 \pm 377.7$ ml/min) compared to the remaining pts ($1,030.4 \pm 458.7$ ml/min) ($p = 0.013$). No correlation was found between mean Q_A and: mean age, DBN, MAP, Kt/V index, time on HD and VA duration. Mean Q_A obtained by TDT was not different when compared with mean ABF determined by Delta-H method ($1,151.3 \pm 479.0$ ml/min) ($p = 0.89$). The calculated values of VA blood flow obtained by TDT were highly correlated with those determined by the Delta-H method (intraclass correlation coefficient = 0.95, $p < 0.001$).

Conclusions: The TDT is an indicator of QA during HD. The functional profile of VA was worse in pts with diabetic nephropathy or without history of previous VA. The VA blood flow values obtained by TDT and Delta-H techniques correlated highly with each other.

Key words: Vascular access. Blood flow rate. Thermodilution. Delta-H.

INTRODUCCIÓN

En la última actualización de las Guías K/DOQI sobre el acceso vascular (AV), la determinación periódica del flujo sanguíneo (Q_A) del mismo sigue siendo el método preferido en primer lugar para la monitorización funcional del AV¹. Desde 1995, se han introducido varias técnicas de *screening* para el seguimiento no invasivo del AV basados en la determinación indirecta de Q_A ²⁻⁴. Una de ellas es la técnica de termodilución (TDT), método que permite calcular Q_A a partir de los valores de recirculación obtenidos mediante el sensor de temperatura sanguínea denominado BTM (*Blood Temperature Monitor*) con las líneas de hemodiálisis (HD) en posición normal e invertida⁵. Este método, descrito y validado por Schneditz y cols.⁶ es de fácil aplicación ya que el sensor BTM está integrado en la máquina de HD.

Por otra parte, desde junio del año 2000 hemos implantado en nuestro Servicio un programa de monitorización del AV consistente en la determinación periódica de Q_A durante la HD mediante el método Delta-H⁷. El objetivo de este seguimiento es el diagnóstico precoz de la estenosis igual o superior al 50% de la luz vascular y su corrección electiva mediante angioplastia o cirugía antes de la trombosis del AV⁸. Durante los años de su aplicación, este programa de monitorización se ha demostrado eficaz tanto para el diagnóstico precoz de la estenosis significativa del AV (sensibilidad y especificidad del método Delta-H superiores al 80%) como para la reducción de la prevalencia de trombosis^{3,7}. En este sentido, Wang y cols., demostraron que los valores de recirculación

obtenidos mediante el sensor BTM proporcionan una elevada sensibilidad (81,8%) y especificidad (98,6%) en la detección de fístulas arteriovenosas (FAVI) tributarias de intervención electiva⁹.

En el presente trabajo, hemos efectuado un estudio observacional, transversal y comparativo mediante la TDT con los objetivos de determinar el Q_A del AV durante la HD, analizar diferentes variables que puedan incidir en la función del AV y efectuar un estudio funcional comparativo entre los métodos TDT y Delta-H.

MATERIAL Y MÉTODOS

Pacientes

El AV se monitorizó en 38 pacientes afectados de insuficiencia renal en programa de HD crónica. Todos los enfermos efectuaban HD tres veces a la semana en el Servicio de Nefrología del Hospital de Mollet mediante un AV permanente y canalizado con bipunción. No se incluyó ningún paciente con algún signo de disfunción del AV objetivado previamente. Se analizaron las siguientes variables: sexo, edad, nefropatía primaria, tiempo en HD, antecedente de alguna comorbilidad distinta de la diabetes mellitus (cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular o arteriopatía periférica), índice Kt/V (según Daugirdas de segunda generación, modelo monocompartmental), tipo de AV, duración del AV, antecedente de AV previo, ratio *número AV/paciente*. La tabla I resume las características clínicas más importantes de los enfermos incluidos en el estudio.

Método

1) *Determinación de Q_A mediante la TDT.* El Q_A se determinó utilizando el sensor de temperatura sanguínea BTM incorporado a la máquina 4008-S de Fresenius Medical Care. Este método dilucional, descrito y validado por Schneditz y cols.⁶, calcula Q_A a partir de los valores de recirculación obtenidos con las líneas de HD en posición normal e invertida. El proceso de determinación se inicia a partir de la producción de un «bolus de temperatura» secundario a la disminución autolimitada (2 °C durante 2 minutos) de la temperatura del líquido de diálisis. Inicialmente, este descenso térmico es captado por el sensor de temperatura de la línea venosa y, después de viajar por la circulación cardiopulmonar del paciente, regresa ya reducido hacia el dializador y es captado por el sensor de temperatura de la línea arterial. La cuantificación del último «bolus de temperatura arterial» en relación al «bolus de temperatura venoso» generado inicialmente, permite calcular el porcentaje de recirculación existente con las líneas de HD en configuración normal; el mismo procedimiento se efectúa con las líneas de HD en configuración invertida. A partir de ambos valores de recirculación, el Q_A se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_A = \frac{(Q_S - TUF) \cdot (1 - R_X - R_N + R_X \cdot R_N)}{R_X - R_X \cdot R_N - \left[\frac{Q_S - TUF}{Q_S} \right] \cdot (R_N - R_X \cdot R_N)}$$

Tabla I. Características de los pacientes y de los accesos vasculares estudiados mediante TDT

Género (%)	Hombre 71,1/Mujer 28,9
Edad media (años)	63,8 ± 15,1
Tiempo medio en HD (meses)	47,6 ± 53,9
Nefropatía diabética (%)	18,4 (7/38)
Comorbilidad (%)*	34,2 (13/38)
Índice Kt/V	1,39 ± 0,21
Tipo de AV (%)	FAVI** 94,7, prótesis PTFE 5,3
Duración media del AV (meses)	48,7 ± 69,8
Pacientes con AV previo (%)	36,8 (14/38)
Pacientes con AV previo ipsilateral al actual (%)	78,6 (11/14)
Ratio número AV/paciente	1,63

* Porcentaje de enfermos que presentaron, como mínimo, alguna de las siguientes comorbilidades: cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular, arteriopatía periférica.

** FAVI radial y humeral contribuyen al 50% (18 casos de cada).

donde Q_s es el flujo efectivo de sangre (ml/min), TUF es la tasa de ultrafiltración (ml/min), R_N es la recirculación obtenida con las líneas de HD en posición normal y R_x es la recirculación obtenida con las líneas de HD en posición invertida. Para la correcta obtención de los valores de recirculación, es preciso que se mantengan constantes durante todo el tiempo de la determinación tanto Q_s como TUF. El Q_A se determinó por duplicado durante la primera hora de 2 sesiones consecutivas de HD y los 2 valores obtenidos se promediaron; en ambas sesiones también se registraron la distancia entre las agujas y la presión arterial media PAM (presión arterial diastólica + 1/3 de la presión del pulso).

2) *Determinación de Q_A mediante el método Delta-H.* El Q_A se determinó nuevamente en un plazo no superior a 15 días mediante el método optodilucional Delta-H utilizando el monitor Crit-Line III (ABF-mode, HemaMetrics, USA) en la mayoría de los enfermos (36/38, 94,7%). No pudo aplicarse el método Delta-H en 2 casos por trasplante renal y por síndrome coronario agudo que requirió traslado a Unidad coronaria, respectivamente. Este método, descrito y validado por Yarar y cols.¹⁰, es una técnica fotométrica que se fundamenta en la relación inversa existente entre la volemia y el hematocrito arterial (Hto). El Q_A también se determinó durante la primera hora de la sesión de HD a partir de los cambios del Hto en relación a cambios bruscos de la UF (desde 0,1 hasta 1,8 L/h) con las líneas de HD en configuración normal e invertida. Los cambios de Hto son registrados continuamente por un sensor óptico que se acopla a una cámara sanguínea insertada entre el dializador y la línea arterial. El Q_A se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Q_A = (UF \text{ máx} - UF \text{ mín}) \cdot Hto \text{ máx inv} / \Delta Hto \text{ inv} - \Delta Hto \text{ nor}$$

donde *UF máx* es la ultrafiltración máxima, *UF mín* es la ultrafiltración mínima, *Hto máx inv* es el Hto máximo obtenido con las líneas de HD en posición invertida, $\Delta Hto \text{ inv}$ es el cambio en el Hto arterial con las líneas invertidas, y $\Delta Hto \text{ nor}$ es el cambio en el Hto arterial con las líneas de HD en situación normal.

Todas las determinaciones mediante ambos métodos fueron realizadas por el mismo investigador.

Estudio estadístico

El análisis estadístico de los datos se efectuó con el programa SPSS versión 12.0 para Windows. Los valores se expresaron como porcentajes o media ± desviación estándar. El estudio comparativo de Q_A medio del AV entre ciertos subgrupos de enfermos comparados de dos en dos, se ha efectuado mediante un T-test para dos muestras independientes y la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Para el análisis de correlación entre el Q_A medio del AV y las distintas variables cuantitativas estudiadas se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. Se ha efectuado el análisis de concordancia diagnóstica mediante el cálculo del coeficiente de correlación intraclass entre los valores de flujo sanguíneo del AV obtenido por los métodos Delta-H y TDT (factor fijo) sobre la misma muestra de individuos (factor aleatorio). Se ha considerado estadísticamente significativo una $p < 0,05$.

RESULTADOS

El Q_A medio obtenido mediante TDT fue de $1.170,5 \pm 464,2$ ml/min (intervalo, 289,4-2.346,4 ml/min). La mayoría de AV (44,7%) presentaban un Q_A medio comprendido entre 1.000 y 1.500 ml/min (tabla II). La distancia entre las agujas y PAM medios fueron $6,2 \pm 2,9$ cm y $91,9 \pm 12,4$ mmHg, respectivamente.

En la tabla III se estudian 10 variables distintas en función del Q_A medio obtenido. El Q_A fue similar tanto para los pacientes con PAM inferior o superior a 100 mmHg ($p = \text{NS}$). Los pacientes afectados de nefropatía diabética, presentaron un Q_A significativamente inferior ($836,1 \pm 395,8$ ml/min) en relación al resto de enfermos ($1.245,9 \pm 449,9$ ml/min) ($p = 0,033$). No se apreciaron diferencias en el Q_A medio al comparar los pacientes con alguna comorbilidad distinta a la diabetes y sin ninguna comorbilidad ($p = \text{NS}$). Hemos objetivado una tendencia a mayor Q_A en la FAVI humeral en relación a la FAVI radial ($1.323,6 \pm 465,3$ versus $1.017,4 \pm 447,3$ ml/min) ($p = 0,052$). Los enfermos con antecedente de AV previo, presentaron un Q_A medio significativamente superior ($1.410,6 \pm 377,7$ ml/min) en relación a los restantes pacientes ($1.030,4 \pm 458,7$ ml/min) ($p = 0,013$).

No hemos constatado ninguna correlación entre el Q_A medio y las siguientes variables: edad ($r = -0,25$, $p = 0,13$), distancia entre las agujas ($r = -0,08$, $p = 0,61$), PAM ($r = -0,021$, $p = 0,90$), índice Kt/V ($r = 0,078$, $p = 0,64$), tiempo en HD ($r = 0,29$, $p = 0,07$) y duración del AV ($r = -0,023$, $p = 0,89$).

El Q_A medio obtenido mediante TDT fue similar al flujo sanguíneo medio determinado con el método Delta-H ($1.151,3 \pm 479,0$ ml/min) en 36 enfermos ($p = 0,89$). Los valores del flujo sanguíneo del AV obtenidos mediante TDT se correlacionaron significativamente con los determinados con

Tabla II. Distribución de los AV según los diferentes segmentos de Q_A considerados

Q_A Medio (ml/min)	Porcentaje de AV (%)
< 700	15,8 (n = 6)
700-1.000	21,1 (n = 8)
1.001-1.500	44,7 (n = 17)
> 1.500	18,4 (n = 7)

Tabla III. Q_A medio obtenido según las diversas variables consideradas

Variable	N	Q _A medio por TDT (ml/min)	p
Edad < 65 años	19	1.268,8 ± 484,7	0,19
Edad ≥ 65 años	19	1.072,2 ± 433,2	
Género masculino	27	1.099,5 ± 414,7	0,14
Género femenino	11	1.344,8 ± 550,6	
Nefropatía diabética	7	836,1 ± 395,8	0,033
Restantes causas de IRC	31	1.245,9 ± 449,9	
Como mínimo 1 comorbilidad	13	1.116,9 ± 483,0	0,62
Sin comorbilidad	25	1.198,3 ± 461,7	
FAVI radial	18	1.017,4 ± 447,3	0,052
FAVI humeral	18	1.323,6 ± 465,3	
Duración AV < 24 meses	20	1.093,7 ± 522,8	0,29
Duración AV ≥ 24 meses	18	1.255,8 ± 385,9	
No AV previo	24	1.030,4 ± 458,7	0,013
Sí AV previo	14	1.410,6 ± 377,7	
Distancia entre agujas < 6 cm	19	1.226,9 ± 470,3	0,46
Distancia entre agujas ≥ 6 cm	19	1.114,0 ± 463,8	
PAM < 100 mmHg	26	1.180,6 ± 402,8	0,85
PAM ≥ 100 mmHg	12	1.148,5 ± 596,1	
Índice KtV < 1,30	13	1.094,5 ± 562,3	0,47
Índice KtV ≥ 1,30	25	1.210,0 ± 411,5	

el método Delta-H (coeficiente de correlación intraclass = 0,95, p < 0,001). La gráfica de Bland-Altman de la figura 1 demuestra la concordancia entre ambas técnicas.

DISCUSIÓN

El Q_A obtenido mediante la TDT es muy similar al comunicado en otras series por diferentes autores y distintos métodos no invasivos para calcular Q_A. En la tabla IV se reflejan algunas de ellas, que se han seleccionado atendiendo a la mayor prevalencia de FAVI, que es el tipo de AV más prevalente en nuestro medio¹⁶.

En el presente estudio, hemos objetivado una diferencia significativa de la función del AV al comparar los pacientes afectos de nefropatía diabética y los restantes enfermos. Los pacientes diabéticos presentaron un Q_A inferior (< 1.000 ml/min) respecto al resto de enfermos, aunque suficiente para asegurar la diálisis adecuada. Esta diferencia funcional puede explicarse por la mayor prevalencia de calcificaciones vasculares del paciente diabético^{17,18}. En este sentido, en el estudio multivariante de Tonelli y cols, referido a 4.084 determinaciones de Q_A mediante el método de dilución ultrasónica efectuadas en 294 enfermos con FAVI, la diabetes mellitus, junto con el sobrepeso y la presión arterial sistólica, fue una variable

Tabla IV. Q_A medio obtenido en otras series por diferentes autores y distintos métodos no invasivos de monitorización

Autor	Número AV	% FAVI	Método	Q _A (ml/min)
Lindsay y cols. ¹¹	41	61	Diferencia de conductividad	1.140 ± 680
Begin y cols. ¹²	45	100	Dilución por ultrasonidos	1.132 ± 681
Roca-Tey y cols. ¹³	32	100	TQA	1.038 ± 513
Yarar y cols. ¹⁰	65	60	Delta-H	1.050 ± 460
Roca-Tey y cols. ⁷	145	84	Delta-H	1.167 ± 473
Wijnen y cols. ¹⁴	40	65	TDT	1.034 ± 527
Giorgi y cols. ¹⁵	29	86	TDT	942 ± 361
Roca-Tey y cols.*	38	95	TDT	1.170 ± 464

*Estudio actual.

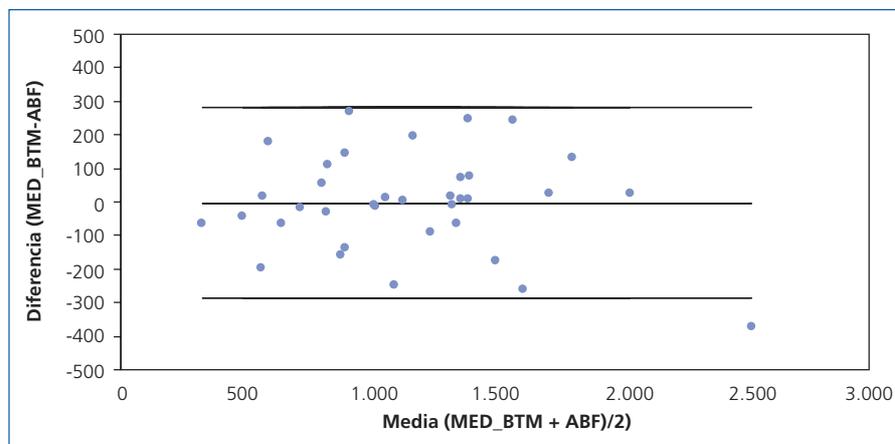


Figura 1. Gráfica de Bland-Altman que demuestra la concordancia de los métodos de screening Delta-H y TDT para determinar Q_A .

asociada de forma independiente con el Q_A , de forma que la función de la FAVI siempre era significativamente menor en los pacientes diabéticos (788 ± 580 versus 1.054 ± 681 ml/min)¹⁹. Esta alteración funcional puede traducirse en una menor supervivencia del AV en el enfermo diabético^{16,20,21}. En nuestro país, según datos del Registre de Malalts Renals de Catalunya, además de la edad del paciente y el tiempo en diálisis, la diabetes mellitus es uno de los factores que influye negativamente en la duración del AV¹⁶.

En la mayoría de los casos, la maduración de una FAVI secundaria de localización más proximal se ve favorecido por los cambios venosos resultantes de un AV ipsilateral previamente funcional^{22,23}. En el presente estudio, la función del AV fue mejor en los enfermos con antecedente de AV previo. La existencia de una arterialización venosa previa en la mayoría de estos pacientes (78,6%) puede explicar esta diferencia funcional. Es decir, el antecedente de un AV funcional de localización más distal en la misma extremidad puede condicionar la función de una nueva FAVI secundaria de localización proximal. En este sentido, en la serie de Begin y cols., referida a 45 enfermos portadores de FAVI, el Q_A obtenido en los pacientes con FAVI humerocefálica fue superior en caso de antecedente de FAVI radiocefálica previamente funcional en el mismo brazo en relación a enfermos sin este antecedente (1.800 ± 919 versus 1.167 ± 528 ml/min)¹².

En nuestro estudio, se ha puesto de manifiesto la concordancia funcional entre los métodos TDT y Delta-H. No hemos hallado diferencias significativas al comparar los valores de flujo sanguíneo del AV obtenidos por ambos métodos. Otros autores han presentado resultados similares tras comparar los valores de flujo sanguíneo del AV obtenidos mediante la TDT y el método de dilución ultrasónica^{6,14}. En efecto, en la serie inicial de Schneditz y cols., referida a 18 AV (sólo 33,3% de FAVI), el Q_A obtenido mediante la TDT fue de 1.328 ± 627 ml/min y muy similar al obtenido mediante dilución ultrasónica de 1.390 ± 657 ml/min⁶. En la serie más reciente de Wijnen y cols., referida a 40 AV (65% de FAVI), no se objetivó diferencia en el Q_A obtenido por los métodos dilución ultrasónica y TDT (1.053 ± 495 y 1.034 ± 527 ml/min, respectivamente)¹⁴.

Efectuar la comparación funcional entre los métodos Delta-H y TDT podría considerarse una limitación de este estudio ya que la mayoría de estudios funcionales comparativos efectuados utilizan al método de dilución ultrasónica como el de referencia. Sin embargo, la eficacia del método Delta-H en el seguimiento del AV ya ha sido debidamente contrastada^{3,7}. Además, según las recientes Guías Europeas sobre el acceso vascular, no existe una clara preferencia por ninguna de las técnicas descritas para la determinación de Q_A ²⁴.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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 (Supl. 1): S1-S322.
2. Barril G, Andriano T, Selgas R. Utilidad del monitor Transonic HD01 en el seguimiento del acceso vascular de PTFE en un paciente en hemodiálisis. *Nefrología* 2001; XXI: 416-417.
3. Roca-Tey R, Samon R, Ibrik O y cols. Monitorización del acceso vascular mediante la determinación del flujo sanguíneo durante la hemodiálisis por el método de ultrafiltración. Estudio prospectivo de 65 pacientes. *Nefrología* 2004; XXIV: 246-52.
4. Merino JL, Teruel JL, Galeano G, Fernández Lucas M, Ocaña J, Rivera M y cols. Medición del flujo del acceso vascular con dialisancia iónica. *Nefrología* 2006; 26: 481-485.
5. Schneditz D, Kaufman AM, Levin N. Surveillance of access function by the Blood Temperature Monitor. *Seminars in Dialysis* 2003; 16: 483-487.
6. Schneditz D, Wang E, Levin NW. Validation of hemodialysis recirculation and access blood flow measured by thermodilution. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14: 376-383.
7. Roca-Tey R, Ibrik O, Samon R, Martínez-Cercós R, Viladoms J. Cinco años de monitorización del acceso vascular (AV) mediante la determinación del flujo sanguíneo (Q_A) durante la hemodiálisis (HD) por el método Delta-H. *Nefrología* 2007; 27 (Supl. 4): 63 (Abstract).
8. Roca-Tey R, Samon R, Ibrik O, Martínez-Cercós R, Viladoms J. Functional vascular access evaluation after elective intervention for stenosis. *The Journal of Vascular Access* 2006; 7: 29-34.
9. Wang E, Schneditz D, Ronco C, Levin NW. Surveillance of fistula function by frequent recirculation measurements during high efficiency dialysis. *ASAIO Journal* 2002; 48: 394-297.
10. Yazar D, Cheung AK, Sakiewicz P y cols. Ultrafiltration method for measuring vascular access flow rates during hemodialysis. *Kidney Int* 1999; 56: 1129-1135.

11. Lindsay RM, Blake PG, 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* 1997; 30: 475-482.
12. Begin V, Ethier J, Dumont M, Leblanc M. Prospective evaluation of the intra-access flow of recently created native arteriovenous fistulae. *Am J Kidney Dis* 2002; 40: 1277-1282.
13. Roca-Tey R, Ibrik O, Samon S, Viladoms J. Estudio del flujo sanguíneo (Q) del acceso vascular (AV) antes de la hemodiálisis (HD) mediante el método óptico transcutáneo (TQA) en 32 pacientes con fístula arteriovenosa (FAVI). *Nefrología* 2002; XXII (Supl. 6): 46 (Abstract).
14. Wijnen E, Essers, Van Meijel G y cols. Comparison between two on-line reversed line position hemodialysis vascular access flow measurement techniques: saline dilution and thermodilution. *ASAIO Journal* 2006; 52: 410-415.
15. Giorgi M, Herrero JA, Ramos F y cols. Medición del flujo del acceso vascular mediante monitor de temperatura sanguínea y dialisancia iónica. *Nefrología* 2007; 27 (Supl. 4): 65 (Abstract).
16. Rodríguez JA, López J, Clèries M, Vela E & Renal Registry Committee. Vascular access for haemodialysis-an epidemiological study of the Catalan Renal Registry. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14: 1651-1657.
17. Quintans A, Hernández P, Mora A, Naranjo J, Díez JC. Fístulas radiocefálicas proximales en pacientes diabéticos. *Cirugía Española* 1992; 52: 278-20.
18. Sedlacek M, Teodorescu V, Falk A, Vassalotti JA, Uribarri J. Hemodialysis access placement with preoperative noninvasive vascular mapping: comparison between patients with and without diabetes. *Am J Kidney Dis* 2001; 38: 560-564.
19. Tonelli M, Hirsch DJ, Chan CT y cols. Factors associated with access blood flow in native vessel arteriovenous fistulae. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 2559-256.
20. Kalman PG, Pope M, Bhola C, Richardson R, Sniderman KW. A practical approach to vascular access for hemodialysis and predictors of success. *J Vasc Surg* 1999; 30: 727-733.
21. Garrancho JM, Kirchgessner J, Arranz M y cols. Haemoglobin level and vascular access survival in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20: 2453-2457.
22. Beathard GA. Interventionalist's role in identifying candidates for secondary fistulas. *Seminars in Dialysis* 2004; 17: 233-236.
23. Asif A, Unger SW, Briones P y cols. Creation of secondary arteriovenous fistulas: maximizing fistulas in prevalent hemodialysis patients. *Seminars in Dialysis* 2005; 18: 420-424.
24. Tordoir J, Canaud B, Haage P y cols. EBPG on Vascular Access. *Nephrol Dial Transplant*, 2007; 22 (Supl. 2): ii88-ii117.