

Valoración del gasto cardíaco en pacientes en hemodiálisis mediante técnica de dilución ultrasónica (Transonic HD01). Variaciones a lo largo de la sesión de hemodiálisis

S. Cigarrán-Guldrís, G. Barril-Cuadrado,
T. Andrino, R. Selgas-Gutiérrez

*EVALUATING CARDIAC OUTPUT IN HAEMODIALYSIS PATIENTS
BY THE ULTRASOUND DILUTION TECHNIQUE (TRANSONIC HD01).
VARIATIONS DURING THE COURSE OF A HAEMODIALYSIS SESSION*

Summary. Introduction. Cardiovascular disease is the leading cause of morbidity and mortality in patients underwent to hemodialysis treatment. Extravascular volume changes during hemodialysis treatment become cardiac disease development as left ventricular hypertrophy (LVH) dilated miocardiopathy (DA) and coronary artery disease (CAD). High vascular access flow, by hyperkinetic circulation, may contribute to cardiac pathology. Patients and methods. To evaluate the high vascular access flow on cardiac output (CO), central volume (CV), cardiac index (CI) in patients underwent to hemodialysis was the aim of this study. 15 patients (11 M, 4 F) with 14 fistula and 1 PTFE, were evaluated using ultrasound dilution access flow method described by Krivitski, with Transonic HD 01. Parameters studied were: age, sex, kind of renal disease, vascular access type. Access recirculation, access flow, interdialysis weight gained, mean arterial pressure, CO, CI, CV were measured at beginning and the end of hemodialysis procedure. Patients were included in two groups: group I with high access flow 1676 ± 898 mL/min, and group II 767 ± 315 mL/min. Data were processed and statistically analyzed with SPSS 10.0 software package. Data are showed as mean \pm SD. A *p* value less than 0.05 was considered statistically significant. *t*-Student was used with quantitative variable and χ^2 to qualitative. Results. Differences in both groups were: age 51.63 ± 18.5 vs 69 ± 9.45 ($p=0.02$), CI 3.2 ± 1.6 vs 2.7 ± 0.7 mL/min, ($p < 0.05$), CV 2.09 ± 1.7 vs 1.1 ± 0.3 mL/min ($p=0.02$). There were no significance with others parameters. Conclusion. High access flow is more frequent in younger patients, showed a higher CI at the beginning of HD treatment and a lower CV at the end. Dilution ultrasound method is an easy procedure to assess rutinary CO, CI, and CV during hemodialysis treatment. [SEDYT 2003; 24: 31-6]

Key words. Cardiac output. Hemodialysis. High access flow. Ultrasound dilution technique.

Servicio de Nefrología. Hospital Universitario La Princesa. Madrid, España.

Correspondencia:

Dr. Secundino Cigarrán Guldrís. Servicio de Nefrología. Hospital Universitario La Princesa. Diego de León, 62. E-28006 Madrid. E-mail: cigarran@ctv.es

Este trabajo se ha realizado con el soporte de una beca de la Sociedad Española de Diálisis y Trasplante (SEDYT), concedida en mayo de 2000.

© 2003, SEDYT

Introducción

El desarrollo de la fistula arteriovenosa nativa como acceso vascular permanente para los pacientes en hemodiálisis ha supuesto un gran avance en el manejo de estos

pacientes [1]. Sin embargo, no está exenta de complicaciones y constituye en la actualidad el talón de Aquiles de esta modalidad de tratamiento sustitutivo. La infección, la trombosis y la estenosis representan las complicaciones más frecuentes.

Los accesos vasculares con alto flujo han recibido especial atención en el pasado al causar un estado hiperkinético que contribuye al desarrollo de fallo cardíaco y, posiblemente, fallecimiento por causa cardíaca en los pacientes dializados [2,3]. La etiología de esta complicación no se conoce bien del todo, aunque la disminución de la resistencia al flujo en el tramo de salida de la fistula, con la subsiguiente compensación, incrementando el gasto cardíaco para mantener la tensión arterial, constituye la hipótesis más aceptada. El resultado puede ser el establecimiento de un alto gasto cardíaco (GC) de forma crónica si el flujo de la fistula es lo suficientemente alto [3].

La medición del flujo del acceso vascular utilizando ecografía Doppler es frecuentemente inexacta y recientemente se han desarrollado técnicas más exactas como la dilución ultrasónica, descrita y validada por Krivitski [7], con el Transonic HD01. Al objeto de evaluar la repercusión de alto flujo del acceso vascular sobre el GC, el índice cardíaco (IC) y el volumen central (VC) con la técnica de dilución ultrasónica, y prevenir el desarrollo de patología cardíaca, se ha desarrollado este estudio.

Pacientes y métodos

Se estudiaron 15 pacientes de la unidad de hemodiálisis del Hospital Universitario de La Princesa, estables, con una estancia mínima de 2 meses, en los cuales el tipo de acceso vascular fue: 14 fistulas arteriovenosas nativas (FAVI) y 1 prótesis de PTFE. De los 15 pacientes, 11 eran

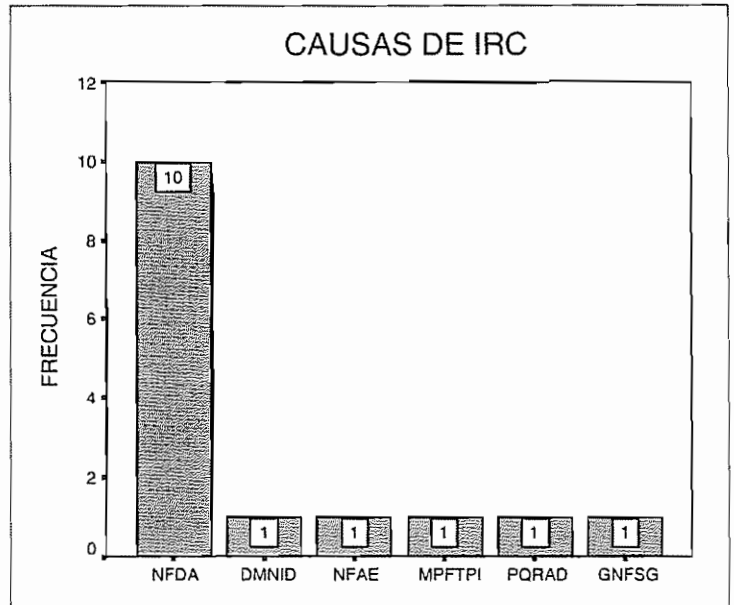


Figura. Causas de la insuficiencia renal crónica. NFDA: etiología no filiada; DMNID: diabetes; NFAE: nefroangiosclerosis; MPFTPI: glomerulopatía membranoproliferativa tipo I; PORAD: poliquistosis renal; GNFSG: glomerulosclerosis focal y segmentaria.

Tabla II. Datos epidemiológicos de los 15 pacientes.

Edad	59,73 ± 17,01 años
Sexo	11 varones, 4 mujeres
IMC	26,38 ± 6,17 kg/m ²
Peso	70,46 ± 11,68 kg
Talla	164,73 ± 13,3 cm
Ganancia de peso ID	2,1 ± 0,84 kg
Flujo del acceso vascular	1.250,8 ± 817,13 mL/min

varones, y cuatro, mujeres. Las causas de la insuficiencia renal crónica fueron: 10, de etiología no filiada; uno, glomerulopatía membranoproliferativa tipo I; uno, diabetes; uno, nefroangiosclerosis; uno, poliquistosis renal, y uno, glomerulosclerosis focal y segmentaria (Figura). Los datos epidemiológicos se muestran en la tabla I.

Se utilizó el método descrito por Krivitski [7,9] y Barril [6] para evaluar el flujo del acceso vascular con el equipo TransonicHD01 (Transonics Systems, Ithaca, NY).

La evaluación de los índices cardíacos se realizó con el mismo equipo; antes del inicio de la sesión de diálisis se instaló un tubo en Y en la línea arterial y un tubo normal en la línea venosa. Los sensores se colocaron a 5-10 cm de las agujas de punción. El Qb se pauteó a 300 mL/min, y la UF, al mínimo.

La calibración (k) se realizó con 10 mL de salino al 0,9% a 37 °C en 5 s, en cámara venosa.

La medición se realizó infundiendo 30 cm³ de salino al 0,9% a 37 °C en menos de 10 s en el tubo Y de la línea arterial. Las curvas se obtuvieron de los sensores y se procesaron con el *software* específico en el ordenador. Los parámetros analizados fueron: ganancia de peso ID, flujo del acceso, GC, IC y VCS dentro de la primera hora y en la última de la sesión de HD.

En función del flujo del acceso vascular se establecieron dos grupos:

- *Grupo I*: flujo de acceso ≥ 1.000 mL/min (grupo de estudio).
- *Grupo II*: flujo de acceso < 1.000 mL/min (grupo control).

Los resultados se procesaron con el *software* SPSS 10.0. Los datos se expresan en media \pm DE. Las variables cuantitativas se compararon con la t de Student, análisis de la varianza y regresión lineal. Se usó el test de ANOVA cuando se requirió. Las variables cuantitativas se analizaron con χ^2 , aplicando el test de Fisher cuando fue necesario.

Se consideró estadísticamente significativo cuando $p < 0,05$.

Resultados

De los 15 pacientes, 8 (53,3%) presentaron un flujo del acceso superior a 1.000 mL/min, siendo más jóvenes que los del grupo control, con flujo del acceso < 1.000 mL/min, con significancia estadística ($p < 0,05$). Los resultados se exponen en la tabla II.

No hubo diferencias entre ambos grupos en cuanto al tipo de acceso vascular, en donde predominan las FAVI nativas, ni el tipo de enfermedad renal.

No hubo correlación significativa entre el flujo del acceso vascular y los parámetros cardíacos estudiados.

Al inicio del procedimiento de diálisis, los parámetros cardíacos fueron superiores en los pacientes del grupo I respecto al grupo II, resultando significativo el IC1 ($p < 0,05$). Al final del procedimiento, los parámetros cardíacos mostraron un VCS2 ($p = 0,02$) más bajo en los pacientes del grupo I. El resto de los parámetros no tuvieron significación estadística.

Discusión

La creación en 1966, por Brescia et al [1], del acceso vascular interno ha revolucionado el tratamiento de los pacientes con enfermedad renal crónica avanzada sometidos a hemodiálisis. Sin embargo, debido a sus complicaciones (como trombosis, infección y otras relacionadas con el flujo sanguíneo del acceso), la contri-

bución de estas últimas sobre la morbilidad y la mortalidad no se ha valorado adecuadamente, como lo evidencia la escasa literatura al respecto. El alto flujo de los accesos vasculares se relacionó inicialmente con el desarrollo de fallo cardíaco, en casos individuales publicados [4].

Recientemente, Dikow et al [3] refieren la importancia del acceso vascular con flujo superior a 1 L/min por un doble aspecto: primero, porque es evidente que produce un estado hipercinético permanente que contribuye al desarrollo de patología cardíaca, con el consiguiente aumento de la mortalidad de los pacientes en hemodiálisis; y segundo, por el desarrollo de nuevas técnicas no invasivas que evalúan de una forma muy precisa el flujo del acceso vascular y, al mismo tiempo, los IC.

En cuanto al primero, los mismos autores encontraron que el flujo del acceso vascular contribuye al desarrollo de dilatación ventricular y a un estado en el que aumenta de forma permanente el GC. Parece que el flujo causa remodelación cardíaca por un mecanismo de hipertrofia compensadora de los cardiomiocitos y, en consecuencia, afecta a los parámetros funcionales cardíacos [4,5].

En el segundo, es evidente que el acceso vascular debe controlarse frecuentemente cuantificando su flujo. Varias técnicas se han desarrollado en los últimos años, como el eco-Doppler convencional, con imagen en color, y la técnica de dilución ultrasónica [6-8]. Las tres técnicas han demostrado ser eficaces en la medición del flujo del acceso vascular [9-11]. Recientemente, la técnica de dilución ultrasónica se ha desarrollado en el análisis de los IC. Cao et al [5] y Barril et al [6]

Tabla II. Datos epidemiológicos y resultados globales y de ambos grupos.

	Todos (n= 15)	Grupo I (n= 8; 53,3%)	Grupo II (n=7; 46,7%)	p
Edad (años)	59,73 ± 17,02	51,63 ± 18,45	69,0 ± 9,4	0,02
Sexo	11 V, 4 M	6 V, 2 M	5 V, 2 M	NS
Tipo de acceso	14 FAVI1 PTFE	8 FAVI	6 FAVI1 PTFE	NS
IMC (kg/m ²)	26,38 ± 6,17	26,09 ± 5,93	26,71 ± 6,91	NS
Flujo del acceso (mL/min)	1.250,80 ± 817,13	1.676,25 ± 898,27	764,57 ± 315,39	<0,05
Peso (kg)	70,4 ± 11,68	69,1 ± 11,2	71,9 ± 12,8	NS
Talla (cm)	164,73 ± 13,32	164,25 ± 15,89	165,29 ± 10,9	NS
Ganancia de peso ID (kg)	2,1 ± 0,84	1,88 ± 0,76	2,34 ± 0,93	NS
TAS	131,27 ± 13,0	136,63 ± 8,0	125,14 ± 15,4	NS
TAD	73,93 ± 10,3	76,5 ± 9,7	71 ± 11	NS
TAM	93,0 ± 9,7	96,5 ± 8,8	89,0 ± 9,8	NS
GC1 (L/min)	5,36 ± 2,4	5,78 ± 3,1	4,8 ± 1,3	NS
GC2 (L/min)	4,89 ± 1,7	4,8 ± 1,27	5,0 ± 2,2	NS
IC1	5,7 ± 3,0	3,2 ± 1,6	2,7 ± 0,7	<0,05
IC2	5,7 ± 2,8	2,7 ± 0,75	2,9 ± 1,4	NS
VCS1 (L)	2,25 ± 1,1	1,1 ± 0,5	1,0 ± 0,44	NS
VCS2 (L)	1,57 ± 1,0	0,9 ± 0,17	1,1 ± 0,34	0,02

V: varón. M: mujer. IMC: índice de masa corporal. TAS: tensión arterial sistólica. TAD: tensión arterial diastólica. TAM: tensión arterial media. GC1: gasto cardíaco inicial. GC2: gasto cardíaco final. IC1: índice cardíaco inicial. IC2: índice cardíaco final. VCS1: volumen sanguíneo inicial. VCS2: volumen sanguíneo final.

describieron una estrecha correlación de los IC con el flujo del acceso vascular mayor de 1.000 mL/min, medidos tanto por eco-Doppler como por técnica de dilución ultrasónica, lo que evidencia una elevación del GC y del IC. Nuestro estu-

dio, aunque encontramos un elevado GC en los pacientes con flujos de acceso superiores a 1.000 mL/min, no resulta significativo, al igual que el IC y el VC. Sin embargo, la edad –más jóvenes– resulta significativa. A la vista de los resultados, la técnica todavía presenta algunos problemas que limitan su uso, como es la calibración, la entrada de burbujas en el sistema y el propio *software*, entre otros.

En conclusión, el control del acceso vascular deberá realizarse de forma rutinaria

al objeto de detectar de forma precoz las variaciones del flujo, tanto por descenso como por aumento; con ello contribuiremos a la disminución de la morbilidad y mortalidad por esta causa.

La utilización de la técnica de dilución ultrasónica parece prometedora en un futuro próximo porque se puede realizar rutinariamente en la unidad de hemodiálisis y no depende de observador [12]. En cuanto a su utilización en los IC, necesita más estudios comparativos con otras técnicas en un futuro.

Bibliografía

1. Brescia MJ, Cimino JE, Appell K, Hurbich BJ. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med* 1966; 275: 1089-92.
2. Young PR, Rohr MS, Marterre WF. High-output cardiac failure secondary to a brachiocephalic arteriovenous hemodialysis fistula: two cases. *Am Surg* 1998; 64: 239-41.
3. Dikow R, Schwenger V, Zeier M, Ritz E. Do AV fistulas contribute to cardiac mortality in hemodialysis patients. *Semin Dialysis* 2002; 15: 14-7.
4. Ahearn DJ, Maher FJ. Heart failure as a complication of hemodialysis arteriovenous fistula. *Ann Int Med* 1972; 77: 201-4.
5. Cao HT, Suty-Selton C, Panescu V, Achicha M, Julliere Y, Kessler M. Detection of high access flow (Qac) and cardiac output in hemodialysed patients. Abstract A1027 ASN 2001.
6. Barril G, Selgas R. Intrasession cardiac output monitorization by dilutional ultrasound technique in hemodialysis patients [in press].
7. Krivitski NM, Depner TA. Cardiac output and central blood volume during haemodialysis: methodology. *Adv Ren Replace Ther* 1999; 6: 225-32.
8. Barril G, Besada E, Cirujeda A, Fernández-Perpén A, Selgas R. Utilización del monitor Transonic HD01 en las sesiones de hemodiálisis para evaluar el flujo sanguíneo efectivo. *Nefrología* 1999; 19: 460-2.
9. Krivitski NM, Depner TA. Development of a method for measuring hemodialysis access flow: from idea to robust technology. *Semin Dialysis* 1998; 11: 124-30.
10. Barril G, Besada E, Cirujeda A, Fernández-Perpén A, Selgas R. Hemodialysis vascular assessment by ultrasound dilution method (Transonic) in patients older than 65 years. *Int Urol Nephrol* 2001; 32: 459-62.
11. McCarley P, Wingard RL, Shyr Y, Pettus W, Hakim RM, Ikizler A. Vascular access flow monitoring reduces access morbidity and costs. *Kidney Int* 2001; 60: 1164-72.
12. Zanen AL, Toonder IM, Korten E, Wittens CHA, Diderich P. Flow measurements in dialysis shunts: lack of agreement between conventional Doppler, CVI-Q, and ultrasound dilution. *Nephrol Dial Transplant* 2001; 16: 395-9.

VALORACIÓN DEL GASTO CARDÍACO EN PACIENTES EN HEMODIÁLISIS MEDIANTE TÉCNICA DE DILUCIÓN ULTRASÓNICA (TRANSONIC HD01). VARIACIONES A LO LARGO DE LA SESIÓN DE HEMODIÁLISIS

Resumen. Introducción. La enfermedad cardiovascular es la causa más frecuente de mortalidad en los pacientes sometidos a hemodiálisis (HD). Variaciones importantes en el volumen extravascular inter e intrasesión favorecen el desarrollo de patología cardíaca. El alto flujo del

acceso vascular puede contribuir al desarrollo de cardiopatía por sobrecarga sistólica. **Pacientes y métodos.** Al objeto de evaluar la repercusión del alto flujo del acceso vascular sobre el gasto cardíaco (GC), el volumen central (VC) y el índice cardíaco (IC) en pacientes sometidos a HD, se estudiaron 15 pacientes (11 varones y 4 mujeres) a los que se evaluó, mediante el método de dilución ultrasónica con Transonic HD01, el acceso vascular, GC, IC y VC, al principio y al final de la sesión de HD. Los parámetros epidemiológicos estudiados fueron: edad, sexo, enfermedad de base, tipo de acceso vascular, flujo del acceso vascular, recirculación del mismo, ganancia de peso interdiálisis y presión arterial media (PAM). El tipo de acceso fue 14 fistulas arteriovenosas nativas y 1 PTFE. 8 pacientes presentaron una media del flujo del acceso vascular de 1.676 ± 898 mL/min, constituyendo el grupo estudio, y 7 presentaron un flujo del acceso de 764 ± 315 mL/min, constituyendo el grupo control. Los resultados se procesaron con el programa estadístico SPSS 10.0. Los datos se expresan en media \pm DE. Se consideró significativo estadísticamente cuando $p < 0,05$. Se utilizó la *t* de Student para las variables cuantitativas, y para las cualitativas, χ^2 . **Resultados.** Entre ambos grupos: edad, $51,63 \pm 18,5$ frente a $69 \pm 9,45$ años ($p = 0,02$); IC1, $3,2 \pm 1,6$ frente a $2,7 \pm 0,7$ ($p < 0,05$), y VC2, $0,9 \pm 1,7$ frente a $1,1 \pm 0,3$ L/min ($p = 0,02$). No hubo diferencias significativas en el resto de los parámetros. **Conclusión.** Los pacientes con alto flujo del acceso vascular son más jóvenes y muestran un IC más alto al inicio de la HD y un VC más bajo al final. GC, IC y VC pueden medirse rutinariamente mediante la técnica de dilución ultrasónica.

Palabras clave. Alto flujo del acceso vascular. Dilución ultrasónica. Hemodiálisis. Índice cardíaco.