

# APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS MÉTODOS INDIRECTOS NO INVASIVOS PARA LA MEDICIÓN DEL FLUJO DEL ACCESO VASCULAR

**SANDRA HERRANZ VILLANUEVA   TERESA BLANCO SERRANO   NÉSTOR FONTSERÉ BALDELLOU  
MIGUEL BLASCO PELÍCANO**

**HOSPITAL CLINIC. BARCELONA**

## INTRODUCCIÓN

Mantener un adecuado funcionamiento de los accesos vasculares es uno de los principales problemas de los pacientes con Insuficiencia Renal Crónica (IRC) en programa de hemodiálisis (HD).

Las actuales guías clínicas de la SEN (2004)<sup>1</sup>, recomiendan la determinación periódica mensual del flujo del acceso vascular (Qa), como uno de los parámetros encaminados para la detección precoz de disfunciones vasculares. Mediante la aplicación de estos métodos no invasivos de monitorización del flujo se evitan la aparición de complicaciones infecciosas derivadas de la colocación de catéteres venosos centrales, trombosis y pérdida del acceso vascular<sup>2</sup>. Dentro de los métodos indirectos no invasivos la Ultrasonografía Dilucional representa la técnica "patrón oro".

## OBJETIVO

La determinación del Qa y la detección de disfunciones del acceso vascular mediante la aplicación de métodos indirectos no invasivos basados en la Dialisancia Iónica (Online Clearance Monitoring -OCM®) y Termodilución (Blood Temperature Monitoring-BTM®) comparándolos con la Ultrasonografía Dilucional (Transonic®). Estos métodos permiten a Enfermería conocer el acceso vascular de los pacientes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Métodos no invasivos aplicados para la medición del Qa empleados en el estudio

#### 1. Ultrasonografía Dilucional (Transonic®)

- El método dilucional por ultrasonidos se basa en la colocación de dos transductores, uno en la línea arterial (color rojo) y otro en la línea venosa (color azul). Los transductores deben colocarse a 4-5 cm de ambas conexiones con respecto a las agujas arterial (punción en dirección distal) y venosa (punción en dirección proximal), respectivamente. Resulta imprescindible la punción de una misma vena arterializada en fístulas arteriovenosas y la aplicación del método mencionado durante la primera hora de hemodiálisis con el objetivo de evitar influencias motivadas por la volemia.
- Inicialmente las agujas se colocan en posición normal para la obtención del flujo efectivo de sangre tras la administración de un primer bolus controlado de suero fisiológico isotónico durante 8 segundos.
- Posteriormente tras invertir las líneas y administrar un segundo bolus de suero se obtiene de forma automatizada el valor del Qa del acceso vascular. Para ello se introducen en el portátil conectado al Transonic los siguientes datos: última presión arterial, el valor del flujo de sangre (Qb) que marca el monitor de diálisis y el Qb efectivo que marca el Transonic obtenido con las líneas en posición invertida. Realizamos dos mediciones, siendo la media de ambos valores el flujo del acceso vascular (ml/min).

#### 2. Dialisancia Iónica (OCM®)

- Método indirecto no invasivo que se basa en el principio de la dialisancia iónica (DI), que utiliza el ión sodio de bajo peso molecular y de carga positiva (aclaramiento iónico equiparable a la urea), que se difunde a través de la membrana de diálisis. Para medir su aclaramiento, se coloca una célula de conductividad a la entrada y salida del líquido de diálisis presente en los monitores de última generación. La determinación de la DI obtenida con las líneas de diálisis en posición normal e invertidas nos permiten la obtención de los datos necesarios para el cálculo del Qa.
- Para calcular el Qa, Gotch et al<sup>3</sup> desarrollaron la siguiente fórmula:

Acces flow =  $[(K1 \times K2)] / [(K1 - K2)] \times [1/bwf]$   
 K1= aclaramiento de las líneas en posición normal.  
 K2= aclaramiento de las líneas en posición invertida.  
 Bwf= tasa de ultrafiltración ml/h

### 3. Termodilución (BTM®)

- Método indirecto no invasivo para el cálculo del Qa, que se basa en la producción de un bolus mantenido de -2°C de temperatura durante 2 minutos en el líquido de diálisis. Este descenso térmico es captado por el sensor de la línea venosa y después de mezclarse con el torrente circulatorio regresa al dializador y es captado por el sensor de temperatura localizado a nivel de la línea arterial. La cuantificación de esta diferencia del bolus térmico nos permite obtener en los monitores de hemodiálisis de última generación la recirculación entre las líneas de diálisis en posición normal e invertida y a partir de estos datos y la aplicación de una fórmula polinómica descrita Schneditz et al<sup>4</sup>, el valor del Qa.

$$Qa = [(Qs - TUF) \times (1 - Rx - Rn + Rx \times Rn)] / [Rx - Rx \times Rn - (Qs - TUF / Qs) \times (Rn - Rx \times Rn)]$$

Donde Qs es el flujo efectivo de sangre (ml/min), TUF es la tasa de ultrafiltración (ml/min), Rs es la recirculación obtenida con las líneas de HD en posición normal y Rx 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 el Qs como la TUF.

### Descripción de la metodología

En este estudio transversal se analizaron 41 pacientes (21 hombres y 20 mujeres) con una edad media de 59,1 ± 12,7 años (35-83 años) en programa estable de HD y portadores de 34 FAV (fístula arteriovenosa) y 7 PTFE (prótesis vascular).

Los materiales necesarios fueron: monitores modelo 5008-S Fresenius Medical Care®, ordenador portátil para registrar y almacenar los datos, monitor Transonic® con dos transductores, suero fisiológico y hoja de registro manual. Los datos registrados fueron: nombre, fecha de realización, edad, sexo, meses en HD, etiología de la Insuficiencia Renal Crónica (IRC), modalidad y características basales de HD, constantes vitales, tiempo transcurrido en la realización de la prueba, tipo y localización de acceso vascular, factores de comorbilidad, ultrafiltración, flujo de sangre efectivo (normal e invertido), recirculación (normal e invertida), Kt final procedimiento y Kt en las últimas 5 sesiones de HD, flujo del acceso vascular (Qa) por Transonic®, OCM® y BTM®.

### Realización de la técnica

- Pinchar al paciente con las dos agujas situadas en el mismo tramo de vena arterializada. La aguja arterial en dirección distal y la aguja venosa en dirección proximal.
- Conectar al paciente con las características de HD, sin Hemodiafiltración (HDF) On-line, Qb de 300 ml/min, flujo de baño (Qd) de 500 ml/min y temperatura a 36°C.
- Colocar los transductores del Transonic®. El transductor de color rojo en la línea arterial y el transductor de color azul en la línea venosa, ambos unos 4-5 cm tras la conexión a la línea de la aguja y sin invertir.
- Tras 25-30 minutos de conectar al paciente, anotamos la ultrafiltración, el flujo de sangre efectivo, la dialisancia iónica por OCM® y la recirculación por BTM®.
- A continuación se medirá por Transonic® el flujo de sangre efectivo y la recirculación. Si 0%, seguimos.
- Tras dichas determinaciones invertimos las líneas y mantenemos los mismos parámetros de HD. A los 20-25 minutos de inversión anotamos el flujo de sangre efectivo invertido, la dialisancia iónica y la recirculación por BTM.
- Para finalizar medimos mediante Transonic® el flujo del acceso vascular (Qa). Posteriormente volvemos a colocar las líneas en posición normal, ajustando las características (Qb y Qd) y la modalidad de HD (convencional de alta permeabilidad o HDF on-line) según la prescripción de cada paciente.

- Es recomendable realizar dichas mediciones en los primeros 90 minutos de la sesión de HD ya que el flujo del acceso vascular puede disminuir a lo largo de la misma.

### **Análisis estadístico**

- Para la elaboración de la base de datos y explotación de la estadística descriptiva se ha utilizado el programa SPSS versión 14. Para el análisis y estudio de la precisión en la medición del Qa por OCM y BTM respecto a Transonic®, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.

### **RESULTADOS**

- La media del tiempo empleado durante la sesión de diálisis para la medición del Qa fue de  $41.2 \pm 14.7$  minutos, sin obtenerse diferencias significativas en las dosis de HD, ya que el Kt fue de  $59.7 \pm 20.4$  litros versus  $62.6 \pm 21.9$  litros (valor medio obtenido en las últimas cinco sesiones previas).
- La mayoría de los pacientes tuvieron una recirculación del 0%, ya que el método no invasivo de dilución por ultrasonidos es capaz de separar la recirculación cardiopulmonar de la recirculación del acceso vascular. Un acceso vascular sano debe tener una recirculación del 0%.
- El Qa obtenido por el método Transonic® fue de  $981.1 \pm 521.5$  ml/min (150-2360 ml/min).
- El valor del OCM resultó de  $800.2 \pm 517.5$  ml/min (124-2719 ml/min).
- El valor del BTM fue de  $1032.2 \pm 477.7$  ml/min (252-2097.3 ml/min).
- En tres pacientes del estudio se observó una disminución significativa del Qa (<400-500 ml/min FAV y < 600 ml/min PTFE). Se confirmó la disfunción del acceso vascular mediante la realización exitosa de Angiografía con Angioplastia (ATP).

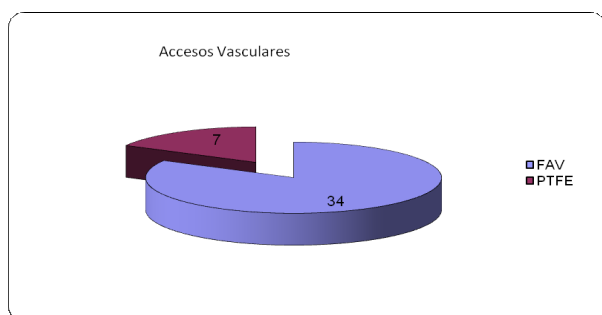
**Tabla 1:** Valores obtenidos según métodos no invasivos utilizados

	QA (media+DT) [ml/min]	Sesgo [ml/min]	CP*
TRANSONIC-QA	981.1 ± 521.5 (150-2360)	-	-
OCM-QA	800.2 ± 517.5 (124-2719)	-180.0	0.663**
BTM-QA	1032.2 ± 477.7 (252-2097,3)	51.1	0.928**

\* CP = Coeficiente de Correlación de Pearson

\*\* p < 0.001

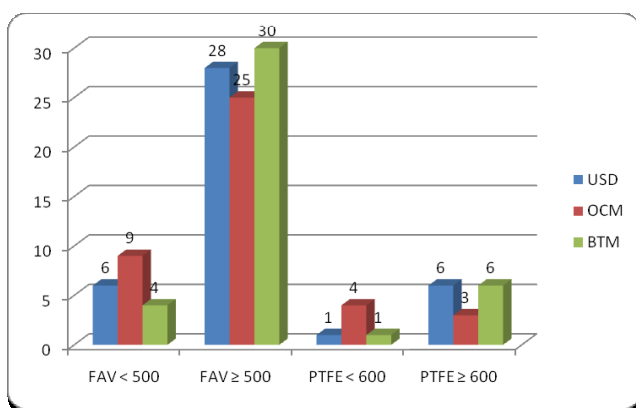
**Grafico 1:** Tipos de acceso vascular



FAV: Fístula arteriovenosa

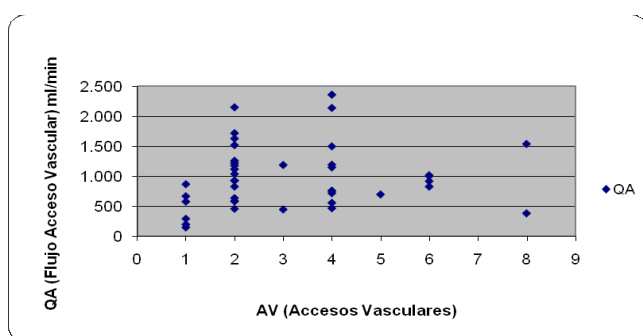
PTFE: Prótesis vascular

**Gráfico 2:** Qa de los pacientes del estudio según el método aplicado



USD: Ultrasonografía Dilucional  
 OCM®: On-line Clearance Monitoring (Dialisancia iónica)  
 BTM®: Blood Temperature Monitoring (Termodilución)

**Gráfico 3:** Relación entre Qa y tipo de acceso vascular



1: FAV radial derecha; 2: FAV radial izquierda; 3: FAV Humeral derecha; 4: FAV Humeral izquierda; 5: PTFE Femoral derecha; 6: PTFE Femoral izquierda; 7: PTFE Humeral izquierda; 8: PTFE Humeral izquierda.

## CONCLUSIONES

1. En nuestro grupo de pacientes los métodos no invasivos basados en la Ultrasonografía Dilucional, la Dialisancia Iónica y la Termodilución resultaron útiles en la medición del flujo.
2. La monitorización del flujo del acceso vascular comporta la detección precoz de complicaciones, reduce la aparición de problemas en su permeabilidad y prolonga su supervivencia.
3. La aplicación de estos métodos, para la medición del Qa no implican disminución en la pauta de diálisis del paciente.
4. Estos métodos no invasivos son de gran utilidad para que la enfermera pueda tener una herramienta útil para el cuidado de los accesos vasculares del paciente renal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. J.A. Rodríguez Hernández, E. González Parra, J.M. Gutiérrez et al. Guías de Acceso Vascular en Hemodiálisis. Nefrología 2005; Volumen XXV (Suplemento 1): 1-97.

2. Schwab SJ, Oliver MJ, Suhocki P et al. Hemodialysis arteriovenous access: detection of stenosis and response to treatment by vascular Access blood flow. *Kidney Int.* 2001; 59(1):358-62.
3. Gotch FA, Buyaki R, Panlilio F et al. Measurement of blood access flow rate during hemodialysis from conductivity dialysance. *ASAIO J* 1999; 45: 139-146.
4. Schneditz D Wang E, Levin NW. Validation of hemodialysis recirculation and access blood flow measured by thermodilution. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14: 376-383.

Nota: Este trabajo será publicado íntegramente en la Revista de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica.

