

## MEDIDA DE LA RECIRCULACIÓN DEL ACCESO VASCULAR CON LOS MÉTODOS «ESTÁNDAR» Y «FLUJO BAJO»: RELACIONES Y SIGNIFICADO

A. Alvaro Cristóbal, C. París Boal

Unidad de Diálisis. Hospital General. Segovia

### INTRODUCCIÓN

La eficacia de la hemodiálisis puede reducirse por la presencia de recirculación de sangre a nivel del acceso vascular entre las agujas venosa y arterial. Esta recirculación se produce cuando el flujo sanguíneo extracorpóreo es superior al flujo dentro de la vena puncionada, ya que parte de la sangre retrocede de la aguja venosa a la arterial.

La forma más habitual de calcular la recirculación (R) del acceso vascular (AV) es midiendo la concentración de creatinina o BUN, de forma simultánea, en las líneas arterial y venosa y en una vena periférica. Es el llamado método estándar.

Este método asume que cuando no existe R, la concentración de creatinina o BUN en la línea arterial tiene que ser la misma que en la vena periférica; y cuando existe R, la concentración de creatinina o BUN en la línea arterial será más baja que en la vena periférica, debido a que la muestra arterial contiene sangre dializada que ha recirculado desde la aguja venosa. Se calcula mediante la fórmula  $(P - A/P - V) * 100$  y el rango admitido se sitúa entre el 5-15%.

Antes de comenzar la diálisis y una hora después de finalizada, las concentraciones de creatinina o BUN en vena periférica y vena arterializada son idénticas (1), pero durante la hemodiálisis diversos estudios muestran que son diferentes (1-3). El método estándar asume que durante la hemodiálisis la concentración del soluto marcador en la vena periférica es representativa de la concentración en general, pero esto resulta no ser cierto: la concentración es mayor en la vena periférica que en la vena arterializada. Estas diferencias se han explicado por dos posibles causas:

- *Diferentes tasas de eliminación de solutos durante la diálisis (1): por la diferencia que hay entre un compartimento bien perfundido, representado por la muestra arterial, y un compartimento periférico pobremente perfundido representado por la muestra de la vena periferica.*

- *Recirculación cardiopulmonar (RCP): fracción de flujo sanguíneo procedente de la salida*

del dializador que va al ventrículo derecho, pulmón, ventrículo izquierdo, y entra de nuevo al circuito extracorpóreo sin pasar por la microcirculación, que es donde se recarga de toxinas. Es decir, la sangre venosa peritérica de retorno se mezcla en el corazón con la sangre venosa procedente del dializador, saliendo del corazón una sangre arterial menos concentrada, que es la que llega a la vena arterializada. La RCP fue descrita por Polaschegg en 1991, existe siempre que utilizamos una fístula o injerto como acceso vascular, y puede ser alta cuando utilizamos un flujo sanguíneo extracorpóreo elevado y el gasto cardiaco es bajo; normalmente se sitúa entre el 3-15% (4),

En teoría se podría calcular con la misma fórmula utilizada para el cálculo de la R del AV pero la muestra arterial debe ser representativa de la sangre que sale del corazón que es la que llega a la vena arterializada.

Se han descrito diversos métodos para calcular la R del AV con los que se obtienen resultados discordantes con los del método estancar:

- Método del bolus de salino (1): inyectando un bolo de salino en la línea sanguínea venosa, si existe R, hay una disminución de la densidad sanguínea en la línea arterial medida mediante un detector óptico.

- Método del bolo térmico (BTM) (4). se usa un monitor de temperatura sanguínea que mide de forma automática la R usando un bolo térmico.

- Método del flujo bajo (2, 3). la muestra periférica se extrae de la línea arterial, bajando previamente el flujo a 50 ml,

Teniendo en cuenta que los pacientes en hemodiálisis suelen tener malas venas periféricas, que ya reciben suficientes punciones con las diálisis y que además el método estancar estaba siendo cuestionado, nos propusimos el presente trabajo con el siguiente objetivo.

## OBJETIVO

Validar un método que midiera más fielmente la R del AV y que no precisara la punción en el brazo contralateral.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizan un total de 252 estudios de R con las siguientes características:

- Tiempo de la recogida de muestras: hora y media de diálisis.  
flujo de sangre: 350-400 ml.
- Solutos marcadores: creatinina en 174 estudios (n = 174) y creatinina y BUN en 78 estudios (n = 78).
- Población estudiada: 30 hombres y 18 mujeres.

Accesos vasculares normofuncionantes:

- radio-cefálica derecha = 11
- radio-cefálica izquierda = 16
- Goretex derecho = 5
- Goretex izquierdo = 6
- codo derecho = 5
- codo izquierdo = 3

Muestras extraídas:

- Periférica (P). extraída del brazo contralateral.
- Arterial (A): extraída de la línea arterial, sin modificar el flujo.
- Venosa (V): extraída de la línea venosa, sin modificar el flujo.
- 4.<sup>a</sup> muestra (4m). extraída de la línea arterial, bajando previamente el flujo a 50 ml (para evitar la R del AV) y esperando: un minuto en 174 estudios (n = 174) y 30 segundos en 78 estudios (n = 78). Con esta muestra pretendemos conocer la concentración de la sangre en la vena arterializada. Con el tiempo de demora pretendemos ver en qué medida dicha muestra puede estar artefactada.

Los resultados se expresan como medias  $\pm$  desviación típica (DS). El estudio estadístico se realizó usando como herramienta el paquete informático RSIGMA BABEL®-HORUS HARDWARE, S.A.

- Se realizan los siguientes cálculos:

Media de las muestras: periférica, arterial, venosa y 4.<sup>a</sup> muestra.

R del AV mediante el método estancar  $(P - A/P - V) * 100$ .

R del AV mediante el método de flujo bajo  $(4^am - A/4^amV) * 100$ . : Rrcp mediante la fórmula  $= (P - 4^am/P - V) * 100$ .

Correlaciones entre las R medidas con: método estancar, flujo bajo y Rrcp.

R con el aparato BTM, en las mismas sesiones de diálisis del estudio n= 78: se hicieron dos determinaciones por diálisis y se calculó la media.

## RESULTADOS

La media de las muestras P (representativa de la sangre venosa periférica) es mayor que la media de la 4.<sup>a</sup>m (representativa de la sangre en vena arterializada). La diferencia entre P y 4.<sup>a</sup>m fue de 0,3 en el estudio con una demora de 60 minutos en la extracción de la 4.<sup>a</sup>m y de 0,6 en el estudio con una demora de 30 minutos (Tabla A).

No encontramos diferencias significativas entre usar creatinina o BUN para el cálculo de la recirculación con el método estancar, de flujo bajo (FB) y RCP (Tabla B).

No encontramos diferencias significativas en los resultados de la recirculación medida con el método estancar entre el estudio n = 174 y n = 78 (Tabla B).

**TABLA A**

Solutos Marcador/es (mg/dl)	1. <sup>er</sup> Estudio (n = 174)	2. <sup>o</sup> Estudio (n = 78)	
	Creatinina	Creatinina	BUN
Media de muestras P	6,3	5,9	43,4
Media de 4. <sup>a</sup> muestra	6*	5,3**	39,6**
Diferencia entre P - 4. <sup>a</sup> m	0,3	0,6	3,8
Media de muestras A	5,8	5,4	39,8
Media de muestras V	2,5	2,1	10,1

\* Medidas a los 60 segundos. \*\* Medidas a los 30 segundos

**TABLA B**

Solutos Marcador/es (mg/dl)	1.º Estudio (n = 174)	2.º Estudio (n = 78)	
	Creatinina	Creatinina	BUN
R método estándar	14,4 ± 8,1	12,0 ± 6,8	12,5 ± 7,4
R método flujo bajo	6,5 ± 4,7	-0,2 ± 3,5	0,8 ± 3,8
RCP	8,4 ± 7,1	12,2 ± 7,4	11,7 ± 7,1
R medida con BTM			6,6
R = Recirculación (%): Media ± DS			

Encontramos diferencias significativas entre la recirculación medida con el método de flujo bajo, siendo esta diferencia menor cuando la 4ª m se extrae a los 60 minutos (Tabla B). No existió correlación entre las medidas de la R obtenidas con ambos métodos ( $r = 0,1$ ).

La Rcp varió entre  $8,4 \pm 7,1$  a los 60 minutos y  $12,2 \pm 7,4$  a los 30 minutos, situándose dentro del margen del 3-15% publicado (1), e incrementándose a medida que se reduce el tiempo de extracción de la 4ª m una vez bajado el flujo de sangre a 50 ml (Tabla B).

Encontramos un alto nivel de correlación entre la R con método estándar y la suma de las R medidas con el método de FB y la Rcp, tanto cuando se extrae la 4ª m a los 30 minutos como a los 60 minutos, con una  $r = 0,99$  y  $p < 0,001$  (Figs. 1 y 2).

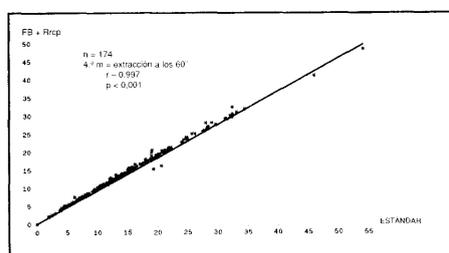


Fig 1, Correlación entre recirculación medida con método estándar frente al método de FB + Rcp

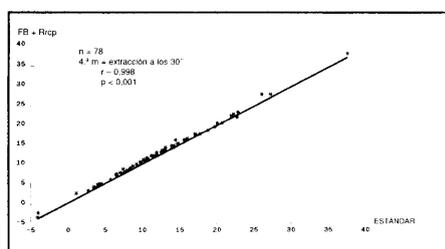


Fig. 2. Correlación entre recirculación medida con método estándar frente a método de IFIB + Rcp

## DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas entre P - 4ª m de 0,3 en el estudio con una demora de 60 minutos en la extracción de la 4ªm y de 0,6 en el estudio con una demora de 30 minutos, coinciden con las de otras publicaciones (2, 3): cuanto más se demore la extracción de la 4ªm, una vez bajado el flujo a 50 mL, más se asemejará a la muestra P y más artefactada estará.

La diferencia entre la muestra P y la 4ªm confirma la diferencia de concentración entre el compartimento arterial y el compartimento venoso (1-3, 5). Esta diferencia puede explicarse en parte porque durante la diálisis la sangre que sale del corazón resulta de la mezcla entre la sangre venosa periférica de retorno (P) y la sangre venosa (V) procedente de la salida del dializador. Como ya han demostrado otros autores (3, 5), cuando la extracción de la 4ªm se demora, una vez bajado el flujo a 50 ml, hay mayor similitud entre la muestra P y la 4ªm, y aproximadamente a los 2 minutos se equiparan. La 4ªm también puede artefactarse si no eliminamos los restos de sangre del tramo de la línea arterial anterior al lugar de extracción, el volumen de sangre almacenado en este tramo es aproximadamente de 25 ml, por lo que a un flujo de 50 ml necesitamos un tiempo aproximado de 30 segundos para eliminarlos.

T Buur y E. J. Will (2) encontraron que la concentración de creatinina extraída de arteria femoral y la de la muestra arterial (A) eran prácticamente idénticas y cuando la muestra se extraía los 60 segundos con el método de FB la concentración de creatinina era significativamente mayor. Es decir, no existe prácticamente diferencia entre la sangre que llega a la vena arterializada y la que entra al dializador. Esto confirma nuestros resultados en los que la 4ªm a los 30 segundos era muy similar a la sangre que entra al dializador (A), por lo que consideramos que la 4ªm es realmente representativa de la sangre arterial que llega a la vena arterializada durante la hemodiálisis.

La diferencia de concentración entre el compartimento arterial (4ªm) y el compartimento venoso periférico de retorno (P) se podría explicar por la recirculación cardiopulmonar. Durante la diálisis la sangre venosa periférica de retorno (P) se mezcla en el corazón con la sangre venosa (V) procedente del dializador, resultando una sangre arterial (4ªm) que sale del corazón y lleva una concentración menor que la muestra (P).

El cálculo de la recirculación cardiopulmonar supone la medida del flujo de sangre al que se dializa (Qb) y del gasto cardíaco (Co), siendo la fórmula  $RCP = Qb/Co$  (2), lo que no resulta útil en la práctica diaria.

Al igual que otros autores (2, 3) encontramos diferencias significativas entre las recirculaciones medidas con el método estandar y el método de flujo bajo, siendo esta diferencia menor cuando la 4ªm se extrae a los 60 segundos no encontramos correlación entre las medidas obtenidas con ambos métodos ( $r = 0,1$ ). Pensamos que la diferencia de recirculación encontrada puede ser debida a que durante la diálisis la sangre venosa periférica de retorno (P) se mezcla en el corazón con la sangre venosa (V) procedente del dializador, resultando una sangre arterial (4ªm) que sale del corazón y lleva una concentración menor que la muestra (P), o lo que es lo mismo, que existe recirculación cardiopulmonar durante la diálisis. Encontramos además en nuestro estudio, que la recirculación estándar es igual a la suma de las recirculaciones medidas con método de flujo bajo y  $Rrcp$ , existiendo entre ambas una correlación de  $r = 0,99$ . Todo ello podría indicar que el método estándar mide en conjunto la recirculación del acceso vascular y la recirculación cardiopulmonar por lo que proponemos estimar de forma indirecta la recirculación cardiopulmonar mediante la fórmula  $(P - 4ªm/P - V) * 100$ .

No encontramos correlación entre la recirculación medida con BTM y la recirculación medida con método estándar, flujo bajo y  $Rrcp$ . Según Krämer (4) cuando la R con el BTM es  $< 10$  quiere decir que no existe prácticamente nada de R del AV, y la R se debe a la RCP, lo que concuerda con los resultados de nuestro estudio donde la R del AV medida con método de FB fue prácticamente 0 (Tabla B).

## CONCLUSIONES

1. El método estándar no mide realmente la R del AV, ya que la muestra periférica no es representativa de la concentración de la sangre a nivel de la vena arterializada.
2. El método de flujo bajo mide más fielmente la R M AV, y además evita punciones extras al paciente.
3. La 4ªm debe extraerse a los 30 segundos de bajar el flujo a 50 ml para ser representativa de la sangre en vena arterializada, pues cuanto más se tarde, más se asemejará a la muestra periférica y estará más artefactada.
4. La RCP puede explicar, en parte, la diferencia de concentración entre vena periférica y vena arterializada. Pensamos que la RCP se puede estimar con la fórmula:  $(P - 4^{\text{a}}m/P - V) * 100$ .
5. El método estándar posiblemente mida en conjunto la R del AV y la RCP.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aldridge, C., Tattersali, J.: La recirculación en hemodiálisis detectada por el método de las tres muestras es un artefacto. EDTNA-ERCA Journal XIX/2 abril 1993.
2. Buur, T.; Will, E. J.: Haemodialysis recirculation measured using a femoral artery sample. Nephrology Dialysis Transplantation (1994) 9:395-398.
- 3, García, M., Barranco, A.: Medida de la recirculación de los accesos vasculares con técnicas de bipunción XX Congreso Nacional de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica, Octubre 1995
- 4 Krämer, M.,: Medición automática de la recirculación. EDTNA-ERCA Journal XIX/2 abril 1993.
5. Muro, B.;López, I.: Rebote precoz de la urea ¿Una consecuencia de la recirculación cardiopulmonar durante la hemodiálisis en paralelo? XIX Congreso Nacional de la SEDEN. Alicante 1994.