

# DIFERENCIAS ENTRE EL FLUJO ARTERIAL INDICADO POR LA BOMBA DEL MONITOR Y EL FLUJO REAL MEDIDO POR UN SENSOR DE ULTRASONIDOS

*Rosario Bustamant, Bustamante, Manuela Tabares Galán,  
Isabel Martínez Cuenca.*

Hospital Ramón y Cajal. Unidad de Hemodiálisis.

## INTRODUCCION

La eficacia de una sesión de hemodiálisis depende fundamentalmente de tres factores: el flujo arterial, la superficie del dializador y el tiempo. El flujo arterial prescrito es el que indica la bomba del monitor. En realidad lo que el monitor regula es el número de revoluciones por minuto de la "roller", con dicho parámetro y con la capacidad del segmento de bomba se deduce cual es el flujo sanguíneo por minuto. El flujo arterial que indica la bomba es pues un cálculo derivado de la velocidad de la misma.

En la actualidad es posible medir el flujo arterial mediante transductores de ultrasonidos colocados en las líneas de hemodiálisis. El objetivo del presente trabajo fue comparar el flujo arterial medido por ultrasonidos con el flujo arterial según la bomba del monitor. También se ha analizado la posible influencia de las presiones arterial y venosa del sistema.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio ha sido realizado en 20 enfermos con insuficiencia crónica terminal, tratados con hemodiálisis periódica. Se trataba de 12 varones y 8 mujeres con edad comprendida entre los 25 y 76 años. Todos ellos se dializaban a través de una fístula arteriovenosa: 17 fístulas radiocefálicas y 3 fístulas humerocefálicas.

La medición del flujo con ultrasonidos se ha realizado con un monitor transónico (Transonic Flow-QC, Transonic Systems Inc, Ithaca, NY, USA). La medición se ha realizado durante la primera hora de hemodiálisis, tras haber retirado la ultrafiltración. Previamente se había realizado un estudio "in vitro" (con suero fisiológico) y se comprobó que las bombas estaban bien reguladas y que el flujo marcado por el monitor era correcto.

Cada medición del flujo ultrasónico se ha realizado a tres flujos diferentes de la bomba del monitor: a 300, 350 y 400 ml/min. Coincidiendo con cada medida se ha registrado el valor de las presiones arterial y venosa del sistema extracorpóreo. En cada enfermo el estudio se ha realizado en 5 sesiones consecutivas con las siguientes combinaciones de agujas:

	<b>Aguja Arterial</b>	<b>Aguja Venosa</b>
<b>Sesión 1:</b>	16	16
<b>Sesión 2:</b>	15	15
<b>Sesión 3:</b>	14	14
<b>Sesión 4:</b>	15	16
<b>Sesión 5:</b>	16	15

Análisis estadístico: En cada medida se ha calculado la diferencia entre el flujo ultrasónico y el flujo marcado por la bomba. Como índice de variabilidad de cada medición se ha utilizado la diferencia relativa entre ambos flujos expresada como porcentaje (diferencia relativa = diferencia/flujo de la bomba). Para la comparación de medias se ha utilizado el test de ANOVA con el análisis de Newman Keuls para la comparación múltiple. Los valores de p inferiores a 0.05 han sido considerados estadísticamente significativos.

## **RESULTADOS**

En la Tabla I están representados los resultados del flujo arterial ultrasónico, diferencia y variabilidad, presión venosa y presión arterial en cada una de las situaciones analizadas.

El flujo arterial ultrasónico siempre es menor que el flujo indicado por la bomba del monitor, en todas las situaciones analizadas.

Para cada uno de los flujos marcados por la bomba se puede comprobar que el flujo ultrasónico es mayor cuanto mayor es el calibre de las agujas utilizadas. La diferencia y la variabilidad entre el flujo ultrasónico y el flujo de la bomba son por tanto menores a mayor calibre de agujas.

Al analizar las presiones del circuito extracorpóreo para cada uno de los flujos de la bomba, se objetiva que la presión arterial depende exclusivamente del calibre de la aguja arterial independientemente del calibre de la aguja venosa. En cambio la presión venosa depende fundamentalmente del calibre de la aguja venosa pero también está influenciada por el calibre de la aguja arterial (para una misma aguja venosa, la presión venosa aumenta conforme el calibre de la aguja arterial es mayor).

Cuando se relaciona el flujo ultrasónico con las presiones del circuito extracorpóreo se observa que el flujo ultrasónico depende fundamentalmente de la presión arterial y apenas se modifica por la presión venosa. Los flujos ultrasónicos son similares en todas aquellas situaciones en las que el calibre de la aguja arterial es el mismo, independientemente del calibre de la aguja venosa.

## **DISCUSION**

El flujo arterial ultrasónico siempre es menor que el flujo marcado por la bomba. La diferencia absoluta y la variabilidad dependen tanto del flujo de la bomba como del calibre de agujas utilizadas. Cuanto mayor es el flujo de la bomba mayor es la diferencia con el flujo ultrasónico. Este fenómeno se observa con todas las combinaciones de agujas analizadas.

Cuando se utilizan dos agujas similares, la diferencia entre el flujo ultrasónico y el flujo de la bomba es menor al emplear agujas de mayor calibre (las del número 14).

La influencia de la aguja viene marcada por su repercusión sobre las presiones arteriales y venosas del circuito extracorpóreo. Para estudiar cual de las dos presiones tiene mas repercusión sobre el flujo arterial, hemos realizado el estudio en dos situaciones en las que se han utilizado agujas de calibre diverso en el lado arterial y venoso de la fístula. La diferencia entre el flujo arterial ultrasónico y el flujo arterial de la bomba se objetiva depende fundamentalmente de la presión arterial, es decir del calibre de la aguja arterial.

## **CONCLUSIONES**

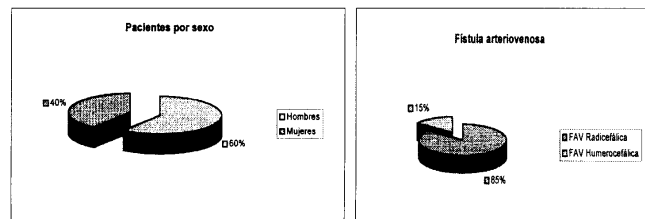
El flujo arterial por ultrasonidos siempre es menor que el flujo marcado por la bomba del monitor. Esta diferencia depende fundamentalmente de la presión arterial negativa. La mejor concordancia entre ambos flujos se consigue cuando se utiliza una aguja arterial de mayor calibre. El calibre de la aguja venosa y por tanto la presión venosa apenas tiene repercusión sobre el flujo ultrasónico.

**TABLA I:**

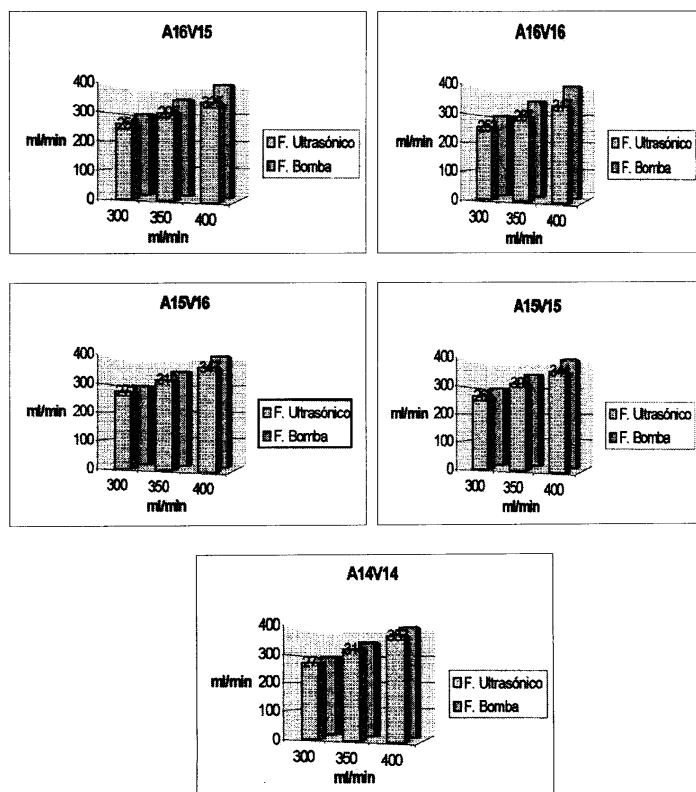
**RESULTADOS DEL FLUJO ARTERIAL MEDIDO POR ULTRASONIDOS  
SEGUN EL FLUJO INDICADO POR LA BOMBA Y EL TIPO DE AGUJA  
EMPLEADA.**

<b>Agujas</b>	<b>F. Bomba (ml/min)</b>	<b>F. Ultrasonico (ant/min)</b>	<b>Difer.</b>	<b>Variab.</b>	<b>P. Venosa (mm Hg)</b>	<b>P. Arterial (mm Hg)</b>
<b>A16V16</b>	300	253±9	-47±9	-15.8%	135±24	-186±17
	350	287±10	-63±10	-18%	167±24	-225±16
	400	317±10	-83±10	-20.6%	193±29	-259±22
<b>A15V15</b>	300	265±9	-35±9	-11.8%	108±29	-138±14
	350	306±12	-44±12	-12.5%	134±32	-170±14
	400	344±13	-56±13	-14%	159±37	-204±17
<b>A14V14</b>	300	271±10	-29±10	-9.7%	72±16	-100±15
	350	315±11	-35±11	-9.9%	89±17	-122±15
	400	357±13	-43±13	-10.7%	106±18	-146±16
<b>A15V16</b>	300	272±12	-28±12	-9.3%	153±27	-139±15
	350	310±13	-40±13	-11.4%	188±29	-172±16
	400	347±15	-53±15	-13.3%	226±29	-204±16
<b>A16V15</b>	300	259±9	-41±9	-13.7%	97±19	-187±15
	350	295±9	-55±11	-15.7%	119±19	-227±14
	400	325±13	-75±13	-18.8%	138±19	-267±16

**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**



## COMPARACION ENTRE F. DE BOMBA Y F. ULTRASONIDO EN LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE AGUJA.



### BIBLIOGRAFÍA

1. Sands J.; Glidden D.; Jacavage W.; Jones B.; Difference between delivered and prescribed blood flow in hemodialysis. ASAIO journal 1996; 42: M717-M719.
2. Depner Th.A.; Rizman S.; Stsi T.A.: Pressure effects on roller pump blood flow during hemodialysis. ASIO Transaction 1990; 31: M456-M459.
3. 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 1997; 12: 1464-1467.