

UTILIZACION DE UNA BOMBA DE PERFUSION EN HEMODIALISIS

Manuel del Olmo Frias, Pilar Santos Garcia

Hemodiálisis. H. Gral. «San Pedro de Alcántara». Cáceres.

INTRODUCCION

Hace ya varios años que surgieron una serie de técnicas de depuración extrarrenal que posibilitaron la reducción del tiempo de tratamiento dialítico hasta la barrera de las 9 horas/semana. Estas técnicas tenían en común la utilización de dializadores de alta permeabilidad y la perfusión de elevados volúmenes de soluciones de distinto tipo. El objetivo era subir la tasa de ultrafiltración horaria con el fin de aumentar la depuración por convección de los solutos indeseables, lo cual permitiría además una mayor eliminación de sustancias de peso molecular medio no identificadas con exactitud y que se sospechaba eran responsables de determinadas patologías del enfermo renal en tratamiento de sustitución.

En un principio las cantidades infundidas eran muy elevadas (20.000 mililitros/sesión en la hemofiltración); posteriormente se fueron reduciendo (9.000 ml en hemodiafiltración) hasta llegar a los 2.000-3.000 ml de solución de bicarbonato (100 mEq/l de bicarbonato, 145 de sodio y 45 de cloro) de la biofiltración.

Esta última técnica se ha mostrado muy adecuada y de fácil implantación. Su uso se ha difundido ampliamente, normalizando en cualquier circunstancia los tratamientos de 9 horas/semana y consiguiendo unos niveles de depuración adecuados y una mejor corrección del estado de acidosis de los pacientes.

VALORACION DE LA CONVENIENCIA DEL USO DE UNA BOMBA DE INFUSION

Para introducir los 2.000-3.000 ml de solución de bicarbonato en la técnica de Biofiltración, utilizamos en nuestra Unidad la bomba venosa de los módulos de sangre de doble bomba, que también puede usarse como bomba de perfusión en modo «Biofiltración» realizando la perfusión por la conexión libre existente en la cámara venosa una vez que la sangre ha pasado por el dializador.

No obstante se han presentado situaciones en las que esta bomba no se ha podido utilizar por anomalías en su funcionamiento, por falta de disponibilidad de los módulos o por necesitarse la segunda bomba venosa en la modalidad «Unipunción».

Estos casos se han resuelto administrando la solución de bicarbonato por la toma de suero de la zona anterior del cuerpo de bomba de la línea arterial. La presión de arrastre originada por la bomba de sangre en la zona previa a la misma permite la infusión sin problemas aparentes; controlando el flujo de infusión con la llave del sistema de gotero.

Esto supone, tal como lo evidencia la práctica diaria, una mayor incidencia de entrada masiva de aire en las líneas de sangre y dializador al finalizarse inadvertidamente el contenido del envase que se está infundiendo. Por otra parte es difícil mantener un ritmo de infusión adecuado y uniforme,

Cuando se realiza la técnica de UNIPUNCION la situación es aún más grave. El sistema de presiones que se produce en el tramo de línea donde suele incorporarse la toma de suero hace imposible administrar la solución de forma continua debido a que el tiempo de funcionamiento de la bomba venosa aumenta la presión existente en el circuito externo y la sangre se introduce por la línea del sistema de gotero hasta teñir el contenido del envase de la infusión. En estos casos manteníamos

pinzada la línea de gotero y periódicamente la despinzábamos, manteniendo abierta completamente la llave de paso del gotero y pinzando al mismo tiempo la línea arterial.

Posteriormente caímos en la cuenta de que al cortar el suministro de sangre arterial se producía una disminución del volumen de sangre total dializada igual al volumen de solución infundida. Esto va a suponer una disminución de la eficacia de la sesión inversamente proporcional al flujo de sangre, reduciendo sensiblemente este volumen de sangre dializada en una modalidad en la que ya está reducida a la mitad (aún cuando existen estudios que demuestran que los aciaramientos en la modalidad Unipunción con el método de Presión-Presión y horquillas superiores a 175 mmHg son equiparables a los obtenidos con Bipunción).

Podemos cuantificar este hecho en las sesiones realizadas a uno de nuestros pacientes de 12 años de edad, en tratamiento sustitutivo de función renal desde los 5 y con modalidad de BIOFILTRACION desde los 9. Habitualmente recibe 3 horas de biofiltración 3 veces por semana, con un flujo de sangre de 200 milímetros/minuto y perfusión de 2.000 ml de solución con un contenido de 100 mEq/l de bicarbonato. En cada sesión se le dializan $200 \times 60 \times 3 = 36.000$ mililitros de sangre. Ultimamente, a causa de signos de infección en un tramo del acceso utilizado para las punciones de HD (FAV/goretex) se acordó por el facultativo la realización de UNPUNCION a fin de preservar el acceso. El hecho de realizar unipunción, en relación con el volumen total de sangre dializado en cada sesión supone: $(200 \times 60 \times 3 = 36.000)$ mililitros de sangre.

El hecho de infundir los 2.000 mililitros de bicarbonato pinzando intermitente la línea arterial (con lo que se detiene completamente la salida de sangre al dializador) en un flujo de sangre de 200 ml/minuto (dividido por 2), supone la disminución adicional de sangre total dializada de 2.000 mililitros o, lo que es lo mismo, una disminución en el tiempo real de la sesión de:

$2.000 \text{ ml} / 100 \text{ ml/min} = 20$ minutos prácticamente la sesión de 3 horas de hemodiálisis con

Biofiltración va a equivaler a una sesión de 2 horas y 40 minutos.

Por otra parte, tal como se verificó en un estudio posterior, el paso de la solución de reposición por el dializador supone la pérdida de una cantidad importante de iones bicarbonato, lo cual va incidir de forma negativa en la corrección de la acidosis del paciente, y que en este caso concreto se comprobó que se infundían unos 65 mEq de bicarbonato en lugar de los 200 mEq previstos originalmente.

Esta situación podría ser resuelta mediante la incorporación al equipo de hemodiálisis de una bomba de perfusión convencional, de las que se usan en las Unidades de Hospitalización, que fuera capaz de contrarrestar la presión para mantener el ritmo de infusión y adaptar su flujo a las variaciones existentes en el circuito externo de hemodiálisis.

Adicionalmente podría tener otras aplicaciones:

- Perfusión de sangre o derivados al paso de la sangre por el dializador, con lo que previamente podría disminuir el grado de coagulación del mismo.
- Infusión de sustancias susceptibles de ser eliminadas a su paso por el dializador. Esta situación es poco frecuente, pero por ello deja de tener su importancia, ya que en alguna ocasión ha sido necesario canalizar otra vía durante la sesión de

hemodiálisis con el exclusivo fin de infundir un determinado medicamento.

3 OBJETIVOS

- Comprobar la posibilidad de infundir soluciones en la cámara venosa del circuito externo de hemodiálisis con ayuda de una bomba de perfusión autónoma, en las modalidades de Bipunción y Unipunción.
- Examinar la posibilidad de infundir concentrado de hemáties en el circuito externo de hemodiálisis con ayuda de alguna de las bombas de infusión examinadas, verificando la aparición de hemólisis y cuantificándola en su caso.

4 PERFUSION POST-DIALIZADOR CON BOMBA DE PERFUSION AUTONOMA

Para perfundir soluciones en la cámara venosa de circuito externo de hemodiálisis con Biofiltración se requiere una bomba capaz de alcanzar un flujo 1.000 ml/hora, que pueda contrarrestar la presión existente en el circuito y que su ritmo de infusión no se vea afectado por las posibles variaciones en los valores de esta presión a lo largo de la sesión. Como es natural, estas características se cumplen en las bombas de perfusión instaladas en los módulos de sangre de doble bomba. No obstante se requiere una bomba autónoma para utilizar en las sesiones de Biofiltración con técnica de UNIPUNCION y en aquellos casos en los que una anomalía en el funcionamiento de la segunda bomba impida su utilización, o cuando este tipo de módulo no esté disponible.

Revisados los distintos tipos de bombas existentes en nuestro Hospital fueron examinadas 2 que podían cubrir los requisitos previos:

- Bomba peristáltica marca «PRIM» con capacidad para infundir de 1 hasta 999 ml/hora.
- Bomba volumétrica de presión variable marca «IVAC» modelo 560, con capacidad para infundir de 1 hasta 999 ml/hora.

Se simuló un circuito de hemodiálisis y ocluyó parcialmente la línea por debajo de la cámara venosa produciendo una presión de retorno similar a las habituales en una sesión (-120 mmHg). Posteriormente se ocluyó aún más la línea para trabajar con una presión cercana a la máxima posible de funcionamiento del monitor (400 mmHg).

En una segunda fase se realizó la misma operación en modalidad «Aguja Unica» con un circuito de Unipunción monitorizado por el método presión-presión. La horquilla de presiones se ajustó en 50 mmHg mínima y 225 máxima.

CONCLUSIONES

Las 2 bombas probadas fueron capaces de perfundir la cantidad requerida en el tiempo programado, con variaciones mínimas que pueden oscilar en torno al 5 % por defecto o exceso dependiendo de cada unidad particular. Los mejores resultados en modalidad Unipunción se obtuvieron aplicando la infusión a la cámara de expansión venosa previa a la cámara atrapaburbujas; ya que la presión de retorno venoso se mantenía en sus límites habituales.

Puede afirmarse por tanto que cualquier bomba que se ajuste a las características de las probadas puede ser utilizada sin reservas en una Unidad de Hemodiálisis para los siguientes cometidos:

- Perfusión de hasta 1.000 ml/hora de solución de reposición en la técnica de Biofiltración con Bipunción (no obstante es preciso señalar la mayor comodidad subjetiva en el uso de la bomba de perfusión de los módulos de doble bomba siempre que ello sea posible y especialmente en aquellos monitores en los que el flujo seleccionado es ultrafiltrado automáticamente a la vez que se infunde).
- Perfusión de hasta 1.000 ml/hora de solución de reposición en la técnica de Biofiltración con UNIPUNCION. En este caso es absolutamente necesario utilizar una bomba de perfusión autónoma si se quiere infundir post-dilución, ya que la segunda bomba hay que utilizarla como bomba venosa.
- Perfusión de medicamentos gota a gota durante la sesión de hemodiálisis cuando se quiere evitar el paso previo por el dializador.

5 PERFUSION DE SANGRE CON BOMBA

La utilización de una bomba de perfusión con las características reseñadas para infundir concentrados de sangre o derivados puede tener gran utilidad de hemodiálisis, Esto puede tener aplicación especialmente en 2 circunstancias:

- Cuando se desea evitar el paso previo de la sangre por el dializador. Esto puede resultar útil por ejemplo cuando realizamos técnica de hemodiálisis sin heparina. Como hemos tenido ocasión de comprobar por la práctica, cuando se transfunde sangre durante la sesión de hemodiálisis sucede una mayor incidencia de presencia de coágulos en las líneas y dializador. Esta situación a veces puede llegar a ser extrema, teniendo que aumentar la frecuencia de los lavados y vigilancia del estado de coagulación del circuito externo.
- Cuando no pueda infundirse por la conexión previa al cuerpo de bomba arterial por estar en modalidad Unipunción. En este caso se hace imposible infundir la sangre con un flujo continuo, siendo obligado pinzar la línea arterial e infundirla en pequeños volúmenes periódicamente.
- Adicionalmente podría ser de utilidad en cualquier otra circunstancia, ya que con el uso de una bomba se ejerce un mayor control del ritmo de infusión evitando paradas que pueden pasar inadvertidas y que van a favorecer la formación de coágulos en la línea de infusión.

En ocasiones hemos utilizado un manguito de infusión de sangre, aplicando a la bolsa una presión suficiente para vencer la presión existente en la línea de retorno. La línea de la bolsa se conecta a una llave de 3 pasos que previamente se ha colocado entre la conexión del extremo de la línea venosa y la aguja del paciente. Este método puede ser válido aunque incómodo y no exento de inconvenientes:

- Resulta muy difícil el ritmo de infusión.
- Al infundirse progresivamente la sangre, la presión ejercida con el manguito va a disminuir igualándose con la presión existente en el circuito externo; en este momento la sangre va a retroceder por la línea de la bolsa, por lo que en repetidas ocasiones habrá que vaciar la cámara de goteo para poder apreciar la caída de la gota y aplicar mayor presión a fin de continuar la infusión. Estas paradas repetidas pueden provocar la aparición de coágulos en la línea de infusión de sangre y el consiguiente peligro de introducirlos en el paciente al aplicar presión de nuevo.

Hemos intentado recopilar material bibliográfico sin éxito (quizás por la inexistencia del mismo). Las casas comerciales tampoco han podido facilitar estudios o documentación que permitiera utilizar estas bombas para infundir sangre con un mínimo de garantía de no producir hemólisis mecánica al ponerse en contacto la sangre con el mecanismo impulsor de la bomba. En esta situación se decidió realizar un estudio específico sobre el tema pasando sangre total y concentrado de hemáties con ayuda de la

bomba volumétrica IVAC 560, de mayor disponibilidad en nuestro Hospital. Se tomaron muestras de sangre de la bolsa y del extremo de la línea de sangre, después de pasar por el mecanismo impulsor de la bomba, a diferentes flujos de infusión: 50, 100, 150, 200, 250, 300 y 400 ml/hora. Posteriormente se recogió otra muestra de la bolsa. Se dejó transcurrir el tiempo necesario entre cada toma a fin de que se renovara la sangre existente en la línea. Con ayuda de un autoanalizador «COULTER MODEL S PLUS» se determinaron los valores de recuento de hematíes, hemoglobina y hematocrito para cada una de las muestras. Igualmente se procedió al examen macroscópico del suero obtenido por centrifugación de algunas muestras.

CONCLUSION

Se han realizado pruebas exhaustivas de sangre total y concentrado de hematíes con bomba volumétrica IVAC 560 sin que se aprecien signos de destrucción de hematíes. Los valores oscilaron con cifras ligeramente superiores o ligeramente inferiores a los de referencia de la bolsa; y en cualquier caso estas diferencias son normales entre distintas tomas de una misma muestra. El plasma obtenido por centrifugación presentaba un aspecto normal.

La mayor dificultad para infundir concentrados de hematíes con esta bomba estriba en el hecho de que los más recientes sistemas de infusión específicos de este modelo disponen de un filtro que dificulta o impide el paso de la sangre, por lo que no son aptos para este fin. Hasta disponer de sistemas más adecuados, esto puede subsanarse sustituyendo la cámara de goteo del sistema de la máquina por la de otro sistema convencional dotado de filtro de sangre y manteniendo la parte inferior de la línea que es la que entra en contacto con el mecanismo impulsor.

Hemos transfundido concentrado de hematíes conectando la línea de infusión a la cámara atrapaburbujas venosa en el caso de Bipunción y a la cámara de expansión venosa previa a la cámara atrapaburbujas en el caso de Unipunción. En ambos casos la perfusión de sangre se ha realizado con absoluta comodidad para el operador y seguridad para el paciente.

Hemos transfundido concentrado de hematíes conectando la línea de infusión a una llave de 3 pasos (expulsado el aire previamente con suero de cebado) colocada entre el extremo de la línea de retorno y la aguja venosa en la modalidad de diálisis sin heparina, en la cual la cámara atrapaburbujas carece de extremo libre. En estos casos se ha requerido detener la bomba y actuar con destreza y seguridad para mantenerla parada el mínimo tiempo y evitar la introducción de burbujas de aire (de impacto muy negativo para el enfermo) al abrir la llave de 3 pasos. Creemos que los posibles beneficios de este procedimiento han de ser valorados cuidadosamente.

	BOLSA	50	100	150	200	250	300	400
MMIM	75,60	75,90	74,10	75,80	74,80	76,10	75,90	77,30
HENBLOBINA	20,95	21,15	21,10	21,15	21,25	21,30	20,90	21,20
TOCRrM	68,45	66,20	67,40	65,15	68,35		69,60	70,90

