

Aclaramiento osmolar y de agua libre como prueba de función renal durante la circulación extracorpórea con hemodilución parcial y total *

M. González-Eguaras, J. L. Castillo-Olivares, A. Juffe, C. Nojek,
F. Villagra, J. M. Maroñas y D. Figuera

Servicio de Cirugía Experimental
Clínica Puerta de Hierro
Universidad Autónoma
Madrid - 35

(Recibido el 7 de mayo de 1976)

M. GONZALEZ-EGUARAS, J. L. CASTILLO-OLIVARES, A. JUFFE, C. NOJEK, F. VILLAGRA, J. M. MAROÑAS and D. FIGUERA. *Osmolar and Free Water Clearance as Renal Function Test During Extracorporeal Circulation With Partial and Total Hemodilution.* Rev. esp. Fisiol., 33, 27-30, 1977.

Four groups of dogs are subjected to extracorporeal circulation. Total hemodilution is used in groups I and II, either in normothermia or moderate hypothermia at 30° C. Partial hemodilution is used in groups III and IV with identical temperature variations.

The animals are kept under extracorporeal circulation for 120 min. Osmolar and free water clearance are measured at basal conditions after 40, 80 and 120 min.

The present results show that total hemodilution should be used in those patients subjected to extracorporeal circulation where renal function has been previously disturbed.

Los efectos de la circulación extracorpórea sobre la función renal han sido ampliamente estudiados en los últimos años (2, 8, 9).

Aunque la hemodilución, parcial o total, es el método más corriente utilizado en la actualidad para el cebado del sistema de perfusión extracorpórea (4, 7), no

se ha estudiado, hasta el momento presente, de modo sistemáticamente comparativo, los efectos de ambos tipos de hemodilución sobre la función renal.

Dado que la capacidad de concentración del riñón es su propiedad biológica más importante, y que esta capacidad es reflejada de modo óptimo por los aclaramientos osmóticos, se han estudiado dichos aclaramientos en perros sometidos a circulación extracorpórea con hemodilución parcial y total. También se ha inten-

* Trabajo financiado con la Ayuda a la Investigación n.º 12.183.75 del I.N.P.

tado comprobar el posible efecto protector de la hipotermia moderada a 30° sobre la función renal, ya que dicha hipotermia es una técnica casi sistemática en las intervenciones de cirugía cardíaca a corazón abierto, como protección metabólica de los diversos órganos, y muy especialmente del músculo cardíaco.

Material y métodos

Se utilizaron 25 perros de edad y raza desconocida con un peso comprendido entre 15 y 30 kg. Se anestesiaron con una mezcla de O₂-NO₂ (3:1) y halotano, y relajados con 50 mg de succinil-colina, tras inducción con 0,1-0,2 g de pentobarbital i.v. La respiración se controló a través de un tubo endotraqueal con un respirador Bird Mark-4.

A través de la arteria femoral derecha se introdujo un catéter para la medida de la tensión arterial. La vena femoral del mismo lado sirvió para medir la presión venosa central, a través de otro catéter introducido hasta la aurícula derecha. Ambas presiones se registraron en un polígrafo Hellige de 8 canales, a través de dos transductores Statham, modelo P-23. Al mismo tiempo, se monitoriza de forma continua el electrocardiograma del animal, y se introduce un teletermómetro eléctrico de 5 canales (Ysi, Co.) en esófago y ampolla rectal, para control continuo de dichas temperaturas.

A continuación, y a través de una laparotomía subcostal izquierda se disea y aísla el uréter correspondiente, que se canula para verter la orina en una probeta graduada.

Después de regular con el respirador la pCO₂ y pH arterial, se practicó una toracotomía izquierda a través del quinto espacio intercostal, estableciendo, previa heparinización (3 mg/kg) un *bypass* cardiopulmonar externo (aurícula derecha-arteria femoral izquierda) a través de un oxigenador Rigg-Kyvsgaard, que fue ventilado con O₂-CO₂ (97:3) a 6-8 l/m.

Los flujos se mantuvieron a nivel alto (80-90 ml/kg/min). Al pasar a perfusión total se paró el respirador en todos los casos. La presión arterial media se mantuvo entre 70 y 110 mm Hg y la presión venosa central entre 1-10 mm Hg.

Teniendo en cuenta la temperatura a la que se realizó el experimento y la solución de llenado del oxigenador, se establecen los siguientes grupos de estudio: I: Hemodilución total y normotermia a 37° C, 8 perros. II: Hemodilución total e hipotermia moderada a 30° C, 7 perros. III: Hemodilución parcial y normotermia a 37° C, 5 perros. IV: Hemodilución parcial e hipotermia moderada a 30° C, 5 perros.

La hemodilución total se consiguió llenando el sistema extracorpóreo con Ringer lactato, heparina (20 mg/l) y mínima cantidad de tris-hidroximetilaminometano (THAM) para conseguir un pH neutro. El volumen de cebado fue de 70-80 ml/kg, manteniendo el nivel del saco con cantidades sobreañadidas de la solución antedicha. La hemodilución parcial se consiguió llenando la mitad del saco con la solución de Ringer lactato, heparina y THAM, y la otra mitad con sangre extraída previamente de otro perro. El nivel del saco se mantuvo con iguales cantidades de sangre y Ringer lactato. En todos los casos se añadió también 5 mEq/l de potasio, 5 mEq/l de calcio y 250 ml de manitol al 10 %.

En los cuatro grupos se determinó el aclaramiento osmolar (C_{osm}) y aclaramiento de agua libre (C_{H₂O}) antes de comenzar la circulación extracorpórea y a los 40, 80 y 120 minutos de su establecimiento, momento en el que se consideró terminado el experimento.

Las osmolaridades urinarias y plasmáticas fueron determinadas con un osmómetro Fiske (Fiske Ass. Inc.).

Resultados

El aclaramiento osmolar se mantiene en cifras similares a las basales a los 40 mi-

nutos de perfusión (fig. 1). A partir de este momento, muestra un descenso estadísticamente significativo en los grupos realizados con hemodilución parcial hasta el final de la experiencia. Por el contrario, en los grupos realizados con hemodilución total, este descenso no es manifiesto hasta los 80 minutos de perfusión. Al final del experimento, las cifras son similares en los cuatro grupos estudiados.

El aclaramiento de agua libre se deteriora de forma sistemática a lo largo del experimento en todos los grupos estudiados, pero en los grupos realizados con hemodilución total se mantiene en cifras

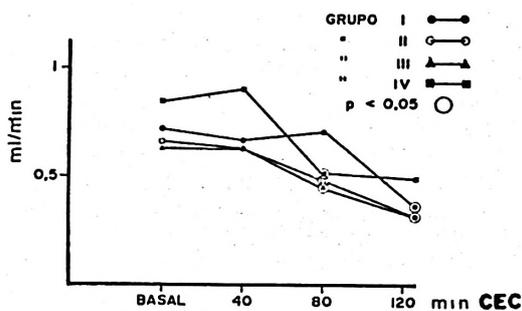


Fig. 1. Variaciones del aclaramiento osmolar durante 120 minutos de circulación extracorpórea.

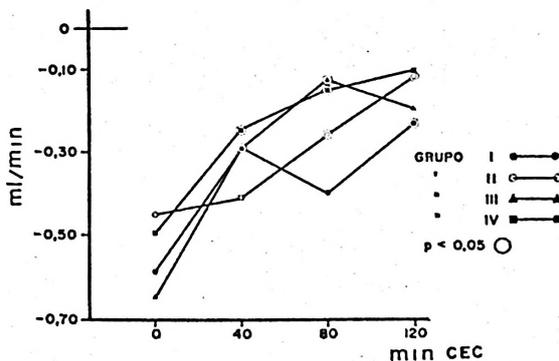


Fig. 2. Variación del aclaramiento de agua libre durante 120 minutos de circulación extracorpórea.

aceptables hasta el final del experimento, mientras que en los grupos realizados con hemodilución parcial desciende a cifras límites desde los 40 minutos de perfusión hasta el final (fig. 2).

Discusión

Todos los experimentos fueron realizados con altos flujos de perfusión y añadiendo manitol a la solución de llenado, ya que, como es sabido, ambos factores favorecen notablemente la función renal durante la perfusión artificial (3, 10).

La utilidad de los aclaramientos osmóticos viene confirmada por los estudios de BAEK (1), que establece un diagnóstico precoz del fracaso renal agudo en base a mediciones seriadas del aclaramiento de agua libre, el cual se altera mucho antes que los demás parámetros de función renal.

Estos aclaramientos han sido utilizados como parámetros de función renal durante la circulación extracorpórea, demostrándose una alteración del aclaramiento de agua libre mayor de la que cabría esperar por una diuresis osmótica, de lo que se infiere una disminución de la capacidad funcional del riñón durante la circulación extracorpórea (8). Por otra parte, aclaramientos osmolares inferiores a 0,25 ml/min y aclaramientos de agua libre superiores a $-0,20$ ml/min, son factores de mal pronóstico en cuanto a la función renal postperfusión (6).

Según nuestros resultados, el aclaramiento de agua libre alcanza valores límites en los grupos realizados como hemodilución parcial a los 40 minutos de perfusión, siendo dichos valores definitivamente patológicos a los 80 y 120 minutos. Por el contrario, en los grupos realizados con hemodilución total, las cifras alcanzadas no son patológicas hasta los 120 minutos de perfusión, manteniéndose en cifras aceptables hasta ese momento.

El aclaramiento osmolar, mucho menos

fiel, no muestra diferencias tan concluyentes como el anterior, confirmando, no obstante, un empeoramiento progresivo de la función renal a partir de los 80 minutos de perfusión, en los cuatro grupos estudiados, independientemente del tipo de hemodilución realizado. Este deterioro de la función renal a partir de los 80 minutos de perfusión ya ha sido señalado en estudios previos sobre la hemodinámica renal durante la perfusión artificial (5).

Los resultados obtenidos en el aclaramiento de agua libre, aconsejan utilizar la hemodilución total en todos aquellos enfermos que han de ser sometidos a circulación extracorpórea y tienen la función renal previamente alterada, hecho muy corriente en enfermos con bajo gasto cardíaco de larga evolución.

No se ha encontrado diferencia estadísticamente significativa entre los grupos realizados con normotermia e hipotermia moderada a 30°, por lo que se supone que la protección renal que ofrece dicha hipotermia es más bien dudosa.

Resumen

Se someten cuatro grupos de perros a circulación extracorpórea. En los dos primeros se utiliza hemodilución total, con normotermia o con hipotermia moderada a 30° C. En los otros dos se utiliza hemodilución parcial con idénticas variaciones de temperaturas.

Los animales se mantienen 120 minutos en circulación extracorpórea, midiendo el aclaramiento osmolar de agua libre, tanto en condi-

ciones basales, como a los 40, 80 y 120 minutos del experimento.

Los resultados obtenidos aconsejan utilizar la hemodilución total en todos aquellos enfermos que han de ser sometidos a circulación extracorpórea y tienen la función renal previamente alterada.

Bibliografía

1. BAEK, S. M., BROWN, R. S. y SHOEMAKER, W. C.: *Ann. Surg.*, 177, 253-258, 1973.
2. BEALL, A. C., COOLEY, D. A., MORRIS, G. C. y MOYER, J. H.: *Ann. Surg.*, 146, 190-195, 1957.
3. BERMAN, L. B., SMITH L. L., CHILSHOLM, G. D. y WESTON, R. E.: *Arch. Surg.*, 88, 239-244, 1964.
4. EVANS-PROSSER, C. D. G., SMITH, G. H. y ROBERTSON, D. S.: *Thorax*, 21, 545-580, 1966.
5. GONZÁLEZ-EGUARAS, M., CASTILLO-OLIVARES, J. L., JUFFE, A., O'CONNOR, F., VILLAGRA, F., MAROÑAS, J. M. y FIGUERA, D.: *Cirugía Esp.* (En prensa.)
6. HIRATSUKA, H.: *Nagoya J. Med. Sci.*, 31, 51-78, 1968.
7. MIELKE, J. E., HUNT, J. C., MAHER, F. T. y KIRKLIN, J. W.: *J. Thorac. Cardio. Surg.*, 51, 229-237, 1966.
8. MIELKE, J. E., MAHER, F. T., HUNT, J. C. y KIRKLIN, J. W.: *Circulation*, 32, 394-405, 1965.
9. PORTER, G. A., KLOSTER, F. E., HERR, R. J., STARR, A., GRISWOLD, H. E., KIMSEY, J. y LENERTZ, H.: *Circulation*, 34, 1005-1021, 1966.
10. SENNING, A., ANDRÉS, J., BORNSTEIN, P., NORBERG, B. y ANDERSON, M.: *Ann. Surg.*, 151, 63-70, 1960.