

# Comportamiento de los iones Na y K con soluciones dializantes isotónicas o hipertónicas

J. Carasusán Coy, J. Cebollada Muro, J. Bueno Gómez \*

## Resumen

Se comparan las pérdidas de sodio y potasio del líquido peritoneal en dos modelos de diálisis con ciclos de 30 y 120 minutos; se estudian las pérdidas observadas y las diferencias entre cada uno de los modelos para ambos electrolitos con soluciones isotónicas o hipertónicas.

## Behaviour of the Na and K ions with isotonic or hypertonic solutions

The losses of sodium and potassium of peritoneal liquid in two models of dialysis with cycles of 30 and 120 minutes are compared; the losses observed and the differences between each one of the models are studied for both electrolytes with isotonic or hypertonic solutions.

## Hipótesis de trabajo

Es de general conocimiento que los intercambios iónicos a través de la membrana peritoneal se verán influidos por la concentración de cada electrolito en la solución utilizada para la diálisis peritoneal, por una parte, como por la concentración existente a nivel de los espacios vascular, intersticial y celular, que formando parte del peritoneo están en contacto con la solución introducida.

Por otra parte, la osmolaridad de las soluciones dialíticas, habitualmente próximas a la osmolaridad del medio intersticial, se ve notablemente incrementada cuando se utilizan preparados hipertónicos por aumento de la concentración de glucosa, que lógicamente deben influir en un aumento cuantitativo de la salida de sodio desde el medio interno al espacio peritoneal, acompañando al agua extraída por la hipertonicidad osmótica.

Pero también es presumible una mayor absorción de glucosa, que deberá ejercer su influen-

cia al disminuir la acidosis metabólica, si existe, así como en la introducción de potasio en el espacio intracelular.

Todo lo antedicho, hace presumir la posibilidad de cambios en las concentraciones de sodio y de potasio a nivel sérico y también modificaciones en la pérdida de estos iones con el líquido obtenido en la evacuación de la diálisis peritoneal. Estas presunciones nos han inducido a valorar cuáles son las modificaciones producidas y cuál es el mecanismo por el que la mayor o menor eliminación de sodio y potasio a través del peritoneo se ve influida por las soluciones hipertónicas de glucosa, en relación con las soluciones consideradas estándar.

## Material y métodos

Se han estudiado un total de 47 sesiones de diálisis peritoneal (595 ciclos), en otros tantos enfermos, de las cuales 18 eran en varones y 29 en hembras, con un promedio de edad de  $64,23 \pm 10,18$  años (varones, 65,7; hembras, 63,3). Dentro de ellos, 18 eran diabéticos. Se han dividido en dos grupos: En el primero se incluyen 24 sesiones de diálisis peritoneal de 10 horas de duración con intercambio de 2 litros de solución dialítica cada 30 min., con 20 ciclos por sesión. En el segundo modelo se estudian 23 sesiones con 5 ciclos de 2 horas, que igualmente intercambian un volumen de 2 litros y tienen una duración total de 10 horas.

### CUADRO I

N.º de diálisis:	47
N.º de ciclos:	595
Distribución:	29 hembras, 18 varones
$\bar{x}$ edad:	64,2 ( $\bar{x}$ varones, 65,7; $\bar{x}$ hembras, 63,3)
18 diabéticos	

\* Hospital Clínico Universitario. Zaragoza.

Todas las sesiones de diálisis han sido realizadas con ciclador PERITONIUM IV (Braun), que valora el volumen de cada ciclo por medio de su peso, introduciendo las oportunas correcciones para el cálculo de volúmenes y concentraciones reales.

Las soluciones utilizadas han sido de dos tipos: la considerada *isotónica*, con una osmolaridad de 380 mOs/l y concentración de sodio de 140 mEq/l y de glucosa de 15 g/l; y la *hipertónica*, que alcanza una osmolaridad de 679 mOs/l con una concentración de sodio de 140 mEq/l y de glucosa de 70 g/l. La cifra de potasio ha sido de 0 a 4 mEq/l, según el grado de kaliemia.

La administración de las soluciones se ha regido por las siguientes normas:

En el modelo A, con 20 ciclos, se han utilizado soluciones hipertónicas solamente en los pases 7, 8, 9 y 10, que corresponden al período de tiempo comprendido entre la tercera y quinta hora de la iniciación de la diálisis.

En el modelo B, las soluciones hipertónicas se han utilizado en el tercer y cuarto ciclos comprendidos entre la quinta y novena hora a partir del inicio. En los casos en que se ha comprobado una importante pérdida de líquidos que no aconsejaba una mayor deshidratación, hemos evitado el segundo de los ciclos hipertónicos.

La razón por la que se ha preferido incluir las soluciones hipertónicas en una fase intermedia de la diálisis ha sido la de poder valorar, además de la respuesta inmediata en la modificación de eliminación de electrolitos, la posible repercusión ulterior sobre el comportamiento de la membrana peritoneal durante la diálisis.

Hemos realizado las determinaciones siguientes: En suero: glucosa, sodio, potasio y urea; en el líquido precedente de la diálisis peritoneal, la eliminación de sodio y potasio. En el modelo A, las determinaciones en suero se han efectuado al inicio de la diálisis, al inicio del ciclo 11 coincidiendo con la mitad de la sesión de diálisis, así como igualmente al final de la misma. En el modelo B, únicamente se han realizado las determinaciones iniciales y finales, de los mismos parámetros.

En el líquido peritoneal, hemos determinado las concentraciones de sodio y potasio a partir de las cuales, y conocidos los volúmenes obtenidos en cada ciclo, hemos calculado los mEq eliminados. Igualmente, a partir de las correcciones de los volúmenes introducidos de soluciones dialíticas, y conocida la concentración de solutos facilitada en la fórmula original, hemos valorado los mEq que se habían introducido en cada ciclo, para establecer las comparaciones oportunas.

## Resultados y discusión

En el cuadro II y en el gráfico 1 se expresan los valores en suero para el modelo A de diálisis de 20 ciclos. En estos datos, se comprueba un descenso en la concentración de sodio y potasio en suero, así como de urea, como representación de los catabolitos nitrogenados. Lo mismo podemos afirmar referido al modelo B (cuadro III y gráfico 2).

CUADRO II  
Determinaciones en suero, modelo A

	Inicial	Media	Final
Glucosa	1,27 (± 0,98)	2,74 (± 1,42)	1,49 (± 1,04)
		p < 0,0005	p < 0,0025
			N. S.
Sodio	139 (± 6)	140 (± 8)	143 (± 6)
		N. S.	N. S.
			p < 0,012
Potasio	5,7 (± 1,4)	5 (± 1)	5,2 (± 1,1)
		p < 0,05	N. S.
			p N. S.
Urea	1,97 (± 0,78)	1,64 (± 0,65)	1,31 (± 0,39)
		N. S.	p < 0,0025
			p < 0,0005

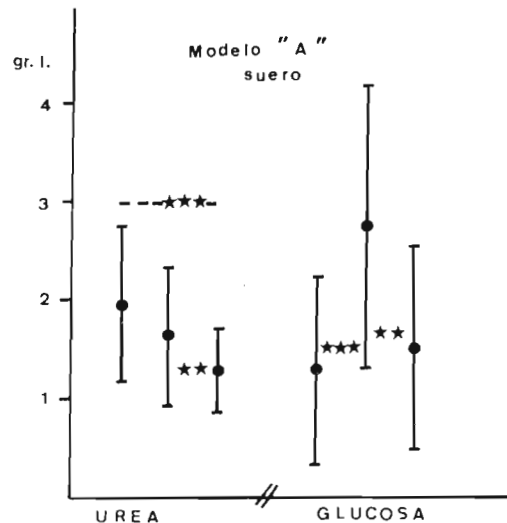


Gráfico 1.

### 1. Sodio

A fin de tener un mejor conocimiento de la valoración de las pérdidas de iones por la diálisis peritoneal, exponemos los resultados obtenidos en cada uno de los modelos de diálisis. En primer lugar, los correspondientes al modelo de 20 ciclos, comparándolos con los correspondientes a los introducidos por medio de la solución dializante.

**CUADRO III**

Determinaciones en suero, modelo B

	Inicial		Final
Glucosa	1,29 (± 0,73)	N. S.	1,57 (± 1,16)
Sodio	138 (± 6)		141 (± 5)
Potasio	5,4 (± 1,2)	p < 0,02	4,6 (± 0,9)
Urea	1,66 (± 0,47)		1,38 (± 0,34)
		p < 0,25	

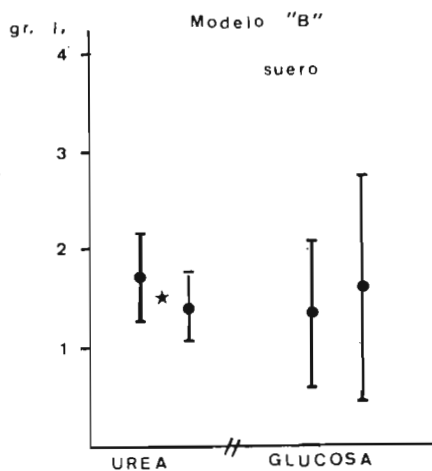


Gráfico 2.

En el cuadro IV y en el gráfico 3, se exponen los resultados con los mEq de sodio correspondientes a cada ciclo, agrupándolos de acuerdo con las distribuciones señaladas en el apartado de Material y métodos, precisando que las cifras corresponden al promedio de los ciclos incluidos en cada grupo.

Debemos precisar que a pesar de utilizar la misma solución dializante en el grupo de ciclos 1-6, que en los ciclos 11-20, el menor valor calculado es debido a que parte del volumen del primer ciclo se pierde en el relleno de todo el sistema de líneas utilizado para realizar la diálisis, valor que, por otra parte, no resulta estadísticamente significativo.

Al establecer una comparación entre los modelos de diálisis, resulta evidente que los mEq de Na administrados en cada ciclo de los distintos grupos isotónicos son similares entre sí, por lo que no presentan significación estadística. Lo mismo podemos decir de los mEq correspondientes a los ciclos de las soluciones dializantes hipertónicas. Pero los mEq introducidos de Na, en los ciclos hipertónicos, se encuentran por debajo de los correspondientes a ciclos isotónicos ( $p < 0,0005$ ), debido a la diferencia de volumen

**CUADRO IV**

mEq de sodio/ciclo (modelo A)

	Ciclos 1-6	Ciclos 7-10	Ciclos 11-15	Ciclos 15-20
Solución dializante	284 (± 11) p < 0,005	272 (± 9) p < 0,005	286 (± 9) N. S.	286 (± 9) N. S.
Líquido peritoneal	284 (± 71) p < 0,0005	324 (± 62) p < 0,01	300 (± 76) N. S.	310 (± 77) N. S.
	N. S.	p < 0,0005	p < 0,05	p < 0,0005
			p < 0,025	p < 0,05
				p < 0,0005

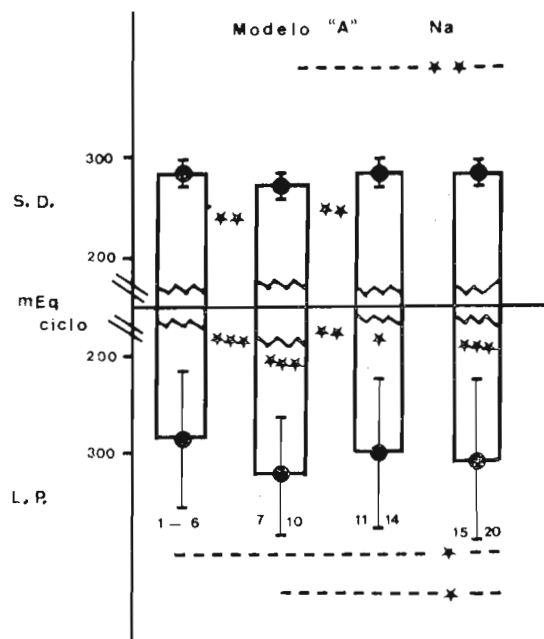


Gráfico 3.

administrado, por el mayor peso de la solución hipertónica.

Al revisar los mEq de Na eliminados por el líquido peritoneal, observamos una tendencia al aumento de este ión con relación a los mEq administrados, que es evidente en los ciclos 7 a 20, aunque con diferente grado de significación estadística, permaneciendo sensiblemente igual al sodio administrado en los ciclos 1-6.

Además, hay una clara tendencia al incremento de eliminación de sodio a lo largo de la diálisis peritoneal, con diferencias altamente significativas entre los primeros ciclos y los ciclos hipertónicos; y dispares entre los primeros y los dos últimos grupos de isotónico. Llama la atención el comportamiento de los ciclos 11 a 15 subsiguientes a los hipertónicos, en los que el Na

eliminado es superior, aunque con escasa significación estadística, y asimismo no presenta diferencias con el grupo de los 6 primeros ciclos.

En el modelo B (cuadro V y gráfico 4) tampoco hay diferencias significativas entre el sodio administrado y el eliminado en los dos primeros ciclos isotónicos, pero sí que aparece esta diferencia ( $p < 0,00025$ ) en ciclos hipertónicos e isotónicos finales, a favor de los hipertónicos. La mayor eliminación de sodio por ciclo, se produce durante la permanencia de la solución hipertónica en el peritoneo, aunque ello es debido más al aumento de volumen extraído que a una superior concentración de sodio en el líquido peritoneal.

Como resumen de los datos obtenidos, podemos deducir que durante la diálisis peritoneal sea cualquiera la duración de los ciclos se produce una pérdida cuantitativa de Na, pero este efecto sólo se pone de manifiesto cuando ya se

han realizado varios ciclos. Las soluciones hipertónicas, también en todos los casos, consiguen una pérdida mayor del catión que estamos estudiando. Por último, al establecer las oportunas correlaciones entre los ciclos en que se utilizan soluciones hipertónicas o isotónicas y dentro de los ciclos «isotónicos», diferenciando los iniciales de los finales, se comprueba una clara diferencia a favor de una mayor eliminación de sodio en el modelo de diálisis B, con mayor tiempo de permanencia en el peritoneo que la solución dializante.

Al comparar estos datos con los obtenidos en los cuadros II y III, debemos presumir que la pérdida de Na producida a lo largo de la diálisis no parece tener un origen extracelular, ya que las concentraciones séricas tienden a aumentar de forma significativa. Posiblemente, estos datos guardarán relación con el comportamiento del potasio, que comentamos a continuación.

## 2. Potasio

De la misma forma que hicimos al referirnos al sodio, expondremos a continuación un resumen de los valores referentes al potasio en la solución dializante y en el líquido peritoneal, agrupados en el cuadro VI y el gráfico 5 para el modelo A y en el cuadro VII y en el gráfico 6 para el modelo B.

El primer comentario que debemos hacer es referente a la solución dializante: los mEq señalados en ambos cuadros corresponden a los 2 litros aproximados de cada ciclo, por lo que en ningún caso superan los 4 mEq/l. Los valores inferiores corresponden a la influencia sobre la media de las diálisis en las que se han utilizado soluciones sin potasio debido a la hiperpotasemia que padecían los enfermos. Más aún, en las soluciones hipertónicas de ambos modelos obtenemos una media de potasio inferior a las medias de las soluciones isotónicas; ello es debido a que pudimos comprobar la producción de hiperpotasemia tardía cuando se añadía 4 mEq/l de K por litro a las soluciones hipertónicas dializantes, que no lo contienen habitualmente, lo que nos aconsejó utilizar dichas soluciones sin contenido de potasio.

Respecto a la eliminación del potasio por el líquido peritoneal, se observan, en general, valores superiores a las cantidades administradas. En el modelo A, esta diferencia es muy significativa ( $p < 0,0025$ ) en los ciclos 1-10 y 15-20, pero no es significativa en los ciclos subsiguientes a la utilización de soluciones hipertónicas. La eliminación más baja la encontramos en el líquido peritoneal obtenido de los ciclos hipertónicos, con significación estadística respecto a todos los grupos de ciclos isotónicos. La aparente contra-

**CUADRO V**  
mEq de sodio/ciclo (modelo B)

	Ciclos 1-2	Ciclos 3 o 3-4	Ciclos 4-5 o 5
Solución dializante	284 ( $\pm 9$ ) $p < 0,0005$	275 ( $\pm 8$ ) $p < 0,00025$	288 ( $\pm 8$ ) $p < 0,05$
Líquido peritoneal	290 ( $\pm 50$ ) $p < 0,0005$	374 ( $\pm 65$ ) $p < 0,0025$	330 ( $\pm 47$ ) $p < 0,0005$
	N. S.	$p < 0,0005$	$p < 0,00025$

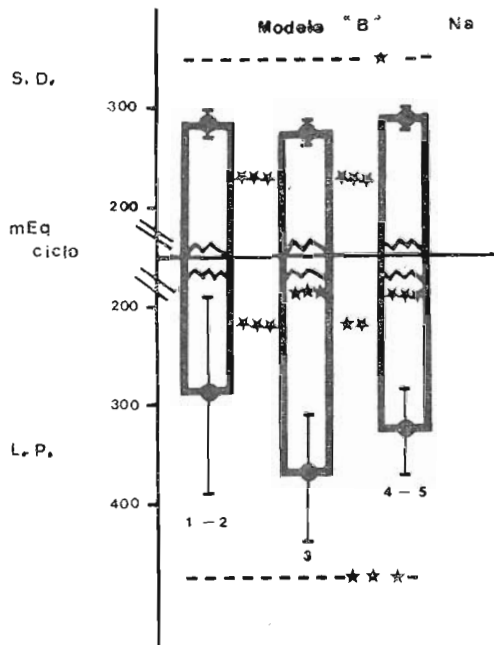


Gráfico 4.

**CUADRO VI**

mEq de K/ciclo (modelo A)

	Ciclos 1-6	Ciclos 7-10	Ciclos 11-15	Ciclos 16-20
Solución dializante	7,2 (± 2,6) p < 0,0005	3,6 (± 4) p < 0,0005	7,8 (± 1,6) p < 0,005	8,2 (± 0,3) p < 0,0025
Líquido peritoneal	8,2 (± 2,6) p < 0,0005	6,3 (± 3) p < 0,0005	8,3 (± 4,1) N. S.	8,9 (± 2,4) N. S.
				p < 0,0005
				p < 0,0005
				N. S.
				p < 0,01
				p < 0,0005
				p < 0,0005
				p < 0,0025
				p < 0,0005
				N. S.
				p < 0,0005

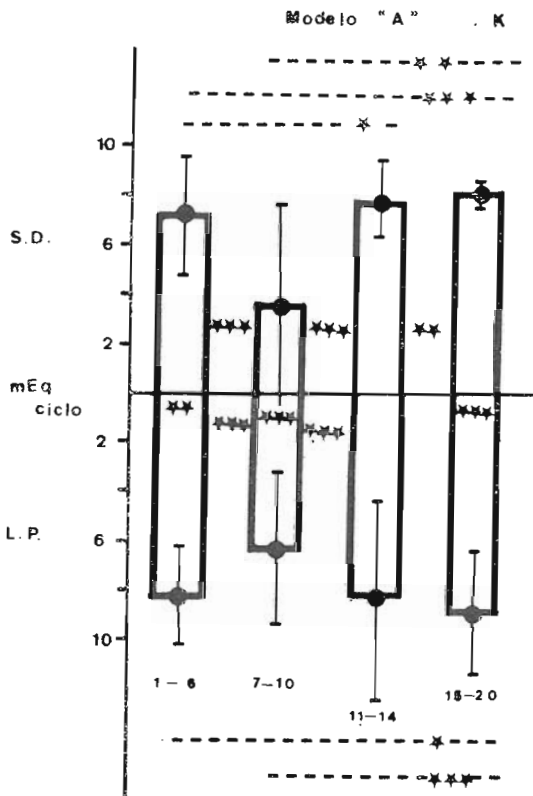


Gráfico 5.

dicción se justifica por el hecho de que las soluciones hipertónicas tienen escaso contenido de potasio, y por ello la eliminación de cada ciclo es superior a la cantidad administrada; pero las soluciones isotónicas con contenido normal de potasio que siguen a las hipertónicas están influidas por el efecto «polarizante» de la glucosa introducida en el medio interno y el consecuente descenso de la kaliemia. Ya hemos señalado anteriormente que este efecto se invierte a las pocas horas y, por ello, no es de extrañar la mayor pérdida de potasio que encontramos en el último grupo de ciclos isotónicos.

**CUADRO VII**

mEq de potasio/ciclo (modelo B)

	Ciclos 1-2	Ciclos 3 o 3-4	Ciclos 4-5 o 5
Solución dializante	7,9 (± 1,2) p < 0,0005	2,4 (± 2,6) p < 0,00025	7,7 (± 2,1) N. S.
Líquido peritoneal	8,8 (± 1,6) N. S.	8,2 (± 2,7) N. S.	8,9 (± 1,5) N. S.

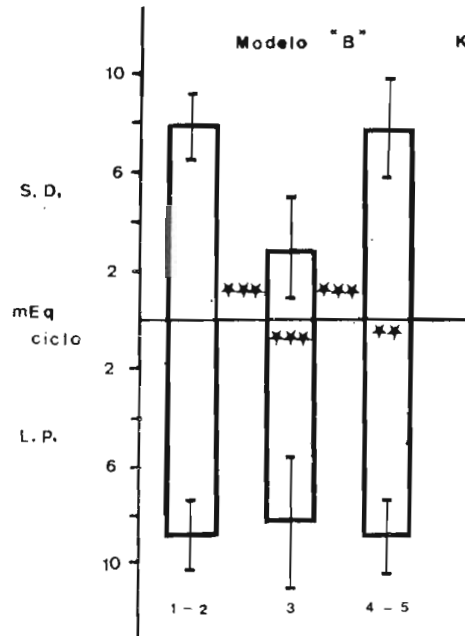


Gráfico 6.

En las diálisis del modelo B, el comportamiento del potasio es semejante al del sodio, no apreciando diferencias significativas entre la cantidad introducida y extraída en los primeros ciclos, mientras que se observa una indudable mayor eliminación en los restantes ciclos ( $p < 0,005$ ).

Como resumen, hemos detectado que se produce una pérdida de potasio a lo largo de la diálisis en ambos modelos estudiados, pérdida que es más importante a medida que transcurre la diálisis, y que únicamente se ve frenada tras algunos ciclos de soluciones hipertónicas con bajo contenido en potasio. De la misma forma que ocurre con el sodio, observamos una tendencia a eliminar mayor cantidad de potasio en los ciclos del modelo B, lo que atribuimos a la mayor permanencia de la solución dializante en la cavidad peritoneal, en este modelo, aunque esa diferencia solamente resulta estadísticamente significativa ( $p < 0,0025$ ) con las soluciones hipertónicas.

## Conclusiones

1. Durante la diálisis peritoneal, se produce una pérdida cuantitativa de sodio, aunque este efecto no se pone de manifiesto en los ciclos iniciales.
2. Las mayores pérdidas cuantitativas de sodio, se logran con las soluciones hipertónicas.
3. Durante la diálisis peritoneal, en general se produce una pérdida cuantitativa de potasio. Pero no es estadísticamente demostrable en todos los ciclos.
4. Las soluciones hipertónicas modifican el comportamiento del peritoneo en la eliminación de sodio y potasio y, asimismo,

influyen en este comportamiento durante los ciclos dialíticos posteriores.

## Bibliografía

1. Gault, M. H.; Ferguson, E. L.; Sidhu, J. S.; Corbin, R. P.: Fluid and electrolyte complications of peritoneal dialysis. *Ann Intern. Med.*, 75:253-262, 1971.
2. Gault, M. H.: Peritoneal dialysis solutions. *CMAJ*, 108, 325-327, 1973.
3. Nolph, K.; Sorkkin, M. I.; Moore, H.: Autorregulation of sodium and potassium removal during continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 26, 1980.
4. Nolph, K. D.; Hano, J. E.; Teschan, P. E.: Peritoneal sodium transport during hypertonic peritoneal dialysis. *Ann. Intern. Med.*, 70, 931-941, 1969.