

Tolerancia clínica de la hemodiálisis con dializadores de alta eficacia con tampón de bicarbonato en el baño de diálisis *

M. GARCIA GARCIA, J. M.^a PONS, M. POCINO, V. CABESTANY, L. HEREDIA, M. CARRERAS, C. LLARAS, M. LANUZA y L. REVERT.

Servicio de Nefrología.
Hospital Clínico y Provincial.
Universidad de Barcelona.

RESUMEN

El objetivo de este estudio ha sido comparar las características de las hemodiálisis con dializadores de alta eficacia al usar tampón de acetato y de bicarbonato sódico.

En 5 pacientes con malestar en hemodiálisis e hiperlipemia se ha realizado el estudio utilizándose dializadores de fibra de 1,5 y 2,3 m², empleándose tampón de líquido de diálisis de acetato y bicarbonato con similar concentración de sodio. Se han comparado 4 grupos de 30 diálisis cada uno, evaluándose la tolerancia clínica (náuseas, vómitos, hipotensión, calambres, cefaleas intra y postdiálisis y astenia postdiálisis), pH, gasometría (inicio, primera hora y al finalizar, a la cuarta hora: y lípidos (colesterol y triglicéridos).

Los resultados más importantes han sido:

- La tolerancia clínica con bicarbonato ha sido moderadamente mejor que con acetato al emplear dializadores de 1,5 m².
- La tolerancia clínica con bicarbonato ha sido mucho mejor que con acetato al emplear dializadores de 2,3 m².
- Se observó disminución significativa de la oximetría en la primera hora de hemodiálisis con acetato, no presentándose dicha disminución en la hemodiálisis con tampón de bicarbonato sódico.
- El aumento del bicarbonato plasmático ha sido más acusado en la hemodiálisis con bicarbonato que en la de acetato.
- No existió cambio significativo en los lípidos.

En conclusión, el uso del tampón de bicarbonato con dializadores de alta eficacia permite practicar hemodiálisis muy confortables, facilitando la aplicación de dichos dializadores; asimismo, el uso del tampón de bicarbonato evita la hipoxemia intradiálisis, estando por tanto indicada en pacientes de alto riesgo.

Palabras clave: Hemodiálisis. Dializadores de alta eficacia. Tampón de bicarbonato.

SUMMARY

The aim of this study has been to compare the characteristics of hemodialysis with dialyzers of high efficiency by using an acetate or bicarbonate dialysates.

The study has been performed in 5 patients with discomfort in dialysis and hyperlipidemia utilizing hollow fiber dialyzers of 1.5 and 2.3 m², using acetate or bicarbonate dialysate with similar concentration of sodium. Four groups of 30 dialysis each one have been compared evaluating the clinical tolerance (nausea, vomiting, hypotension, muscle cramps, cephalgia intra and postdialysis and asthenia postdialysis), pH and PO₂, PCO₂ and CO₃ H⁻ (start, 1st hour, and at the end, at the 4th hour) and lipids (cholesterol and triglycerids).

The most important results have been:

- Clinical tolerance with bicarbonate has been much better than that with acetate when 2.3 m² dialyzers have been used.

* Este trabajo fue premiado en la convocatoria 1981 del premio Hospital, otorgado por la Sociedad Española de Nefrología.

— A significant decrease of the PO_2 was observed during the first hour of hemodialysis with acetate, but it didn't appear in the hemodialysis with bicarbonate.

— There was no significant change in lipids.

In conclusion, the use of bicarbonate dialysate with dialyzers of high efficiency permits to perform very comfortable hemodialysis, facilitating the application of these dialyzers; likewise, the use of bicarbonate dialysate avoids the intradialysis hypoxemia, being therefore suitable for high risk patients.

Key words: Hemodialysis. High efficiency dializer. Acetate bicarbonate.

INTRODUCCION

Tras 20 años de práctica de hemodiálisis la continua mejoría de las técnicas utilizadas, sobre todo al usar dializadores de alta eficacia, ha puesto en evidencia una nueva morbilidad caracterizada por labilidad tensional, vómitos, cefaleas y astenia postdiálisis con el uso del habitual tampón de acetato sódico en el baño de diálisis que parece mejorar al usar el tampón de bicarbonato sódico^{1,2}. Por ello, el estudio de los efectos del baño de diálisis ha adquirido una nueva actualidad.

Aunque inicialmente se usó en el baño de diálisis el tampón de bicarbonato sódico, éste fue desechado por su tendencia a formar sales insolubles de calcio y magnesio, siendo sustituido por el acetato sódico³, de rápida metabolización en el ciclo de Krebs a CO_2 y H_2O y eficaz capacidad de alcalinización. La capacidad máxima de utilización del acetato en el hombre ha sido calculada en 3,5 mmoles/hora/kg. de peso⁴. Con el uso de dializadores de alta eficacia ha sido descrito que se sobrepasa dicha capacidad de utilización durante la hemodiálisis⁵⁻⁷, pudiendo tener como consecuencia la rápida elevación del acetato en plasma a niveles tóxicos^{6,8} y la derivación de su metabolismo a la vía alternativa del ciclo del ácido tricarbónico⁴. Teniendo en cuenta el efecto de depresión cardiovascular del acetato⁸ se explicaría la mejor tolerancia vascular con el uso del tampón de bicarbonato sódico al utilizar dializadores de alta eficacia¹. Asimismo, el exceso de acetato conduciría a una desviación en el metabolismo lipídico, habiendo sido atribuido este hecho por algunos autores como el responsable de la hiperlipemia de los pacientes crónicos hemodializados, de tal forma que la misma desaparecería al usar tampón de bicarbonato sódico en el baño de diálisis⁹; otros autores, sin embargo, han negado este efecto¹⁰. Otro aspecto interesante es la hipoxemia que se produce durante la hemodiálisis al usar en el baño de diálisis acetato sódico¹¹, hecho que algunos autores no hallan durante la hemodiálisis con tampón de bicarbonato sódico^{9,12,15} y que podría ser causa en algunos pacientes de mala tolerancia clínica.

El objetivo de este trabajo es comparar la tolerancia clínica y la gasometría en los pacientes sometidos a hemodiálisis con dializadores de gran superficie al usar

tampón de acetato sódico y de bicarbonato sódico en el baño de diálisis; asimismo, también se ha examinado el efecto a corto plazo sobre el colesterol y los triglicéridos.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio fueron incluidos 5 pacientes, 2 varones y 3 hembras, de $40,4 \pm 15,4$ años, con $26 \pm 23,2$ meses en programa de hemodiálisis con malestar en hemodiálisis e hipertriglicéridemia.

Se formaron 4 modalidades de hemodiálisis según el tampón del baño de diálisis y la superficie del dializador.

1. Tampón de acetato sódico y dializador de 1,5 m² (capilar con membrana de cuprofano de 16 μ).
2. Tampón de acetato sódico y dializador de 2,3 m².
3. Tampón de bicarbonato sódico y dializador de 1,5 m².
4. Tampón de bicarbonato sódico y dializador de 2,3 m².

En cada paciente se realizaron 6 hemodiálisis con cada modalidad comparándose grupos de 30 diálisis.

La composición del baño de diálisis con tampón de acetato sódico fue: Na: 138 mEq/l., K: 2 mEq/l., Ca: 4 mEq/l., Mg: 1,5 mEq/l., Cl: 105,5 mEq/l., acetato: 40 mEq/l., glucosa: 3 g/l. y OSM: 307 mOsm/l., siendo la pCO_2 en la solución de 11 mmHg.

La composición del baño de diálisis con tampón de bicarbonato sódico fue: Na: 139 mEq/l., K: 1,5 mEq/l., Ca: 3,5 mEq/l., Mg: 1 mEq/l., Cl: 106 mEq/l., acetato: 4 mEq/l., bicarbonato: 39 mEq/l., glucosa: 1,5 g/l. y OSM: 302 mOsm/l., siendo la pCO_2 de la solución de 48 mmHg.

Las hemodiálisis fueron de 4 horas a flujo sanguíneo de 250 ml/min., con flujo continuo del líquido de diálisis a 550 ml/min. El baño de diálisis con tampón de bicarbonato sódico se elaboró mediante bomba de bicarbonato D-W (Drake-Willock).

En cada hemodiálisis se determinó en tramo arterial: pH, pCO_2 , pO_2 y CO_3H antes de iniciar la hemodiálisis, a la hora y a las 4 horas. En cada diálisis se recogió la presencia de hipotensión, vómitos, náuseas, calambres, cefalea y astenia postdiálisis. Asimismo, también se recogió la pérdida de peso durante la diálisis como expresión de la intensidad de la ultrafiltración. También se determinó el colesterol y triglicéridos al inicio y al final del período de hemodiálisis con tampón de bicarbonato sódico.

El pH, pO_2 , pCO_2 y CO_3H^- fueron determinados mediante electrodos selectivos con un aparato marca IL modelo 413, con toma anaerobia de la sangre mediante jeringas; heparinizadas. El colesterol y los triglicéridos en ayunas fueron determinados por método enzimático (normalidades: colesterol: 150-250 mg/ml., triglicéridos: 30-150 mg/100 ml.).

El estudio estadístico se practicó mediante el test de la t Student con datos apareados (t dep) y el test de χ^2 .

RESULTADOS

En la tabla I se recoge la gasometría en sangre en las distintas modalidades de hemodiálisis. El comportamiento del pH sanguíneo es distinto en los grupos de acetato sódico comparados con los de bicarbonato sódico (Fig. 1); así, mientras que con tampón de acetato no hay aumento significativo en el pH en la primera hora, sí que lo hay al usar tampón de bicarbonato ($p < 0,001$). Al finalizar la hemodiálisis el pH ha aumentado en todos los casos, pero más cuando se usa tampón de bicarbonato sódico.

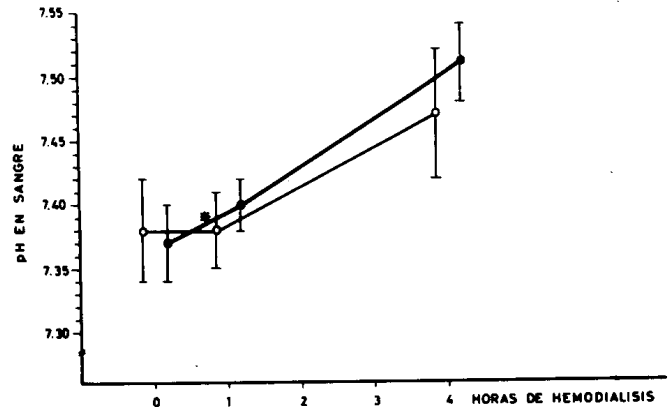
El comportamiento de la pO_2 se encuentra recogido en la figura 2, hallándose que mientras que en los grupos de tampón de acetato aparece una disminución significativa en la primera hora ($p < 0,001$) la misma no se presenta en los grupos con tampón de bicarbonato. Al finalizar la hemodiálisis esta hipoxemia tiende a recuperarse, no existiendo diferencia entre inicio y cuarta hora en el grupo de acetato - 2,3 m² y siendo sólo poco significativa en el grupo de acetato - 1,5 m² (t dep.: 2,47, $p < 0,02$).

El comportamiento de la pCO_2 , aunque es bastante parecido en todos los grupos, se observa que al usar dializadores de 1,5 m² tanto con tampón de bicarbonato sódico como de acetato sódico hay en la primera hora un aumento que es significativo (Fig. 3), mientras que al utilizar dializadores de 2,3 m² este aumento no es significativo (Fig. 4), presentándose en todos los grupos un descenso de pCO_2 a la cuarta hora que es significativo (inicio cuarta hora, $p < 0,005$).

El comportamiento de bicarbonato actual se encuentra recogido en la figura 5, apreciándose que mientras que con tampón de acetato no hay aumento significativo en la primera hora, sí que lo hay con tampón de bicarbonato sódico en el baño de diálisis. Al finalizar la hemodiálisis aumentó el bicarbonato actual sanguíneo en todos los grupos, siendo mucho más acusado en los grupos con tampón de bicarbonato sódico.

La tolerancia clínica con las distintas modalidades de hemodiálisis se recoge gráficamente en la figura 6, apre-

VARIACION DEL pH SANGUINEO EN HEMODIALISIS CON BAÑO DE ACETATO Y DE BICARBONATO CON DIALIZADOR DE 1.5 m²



VARIACION DEL pH SANGUINEO EN HEMODIALISIS CON BAÑO DE ACETATO Y DE BICARBONATO CON DIALIZADOR DE 2.3 m²

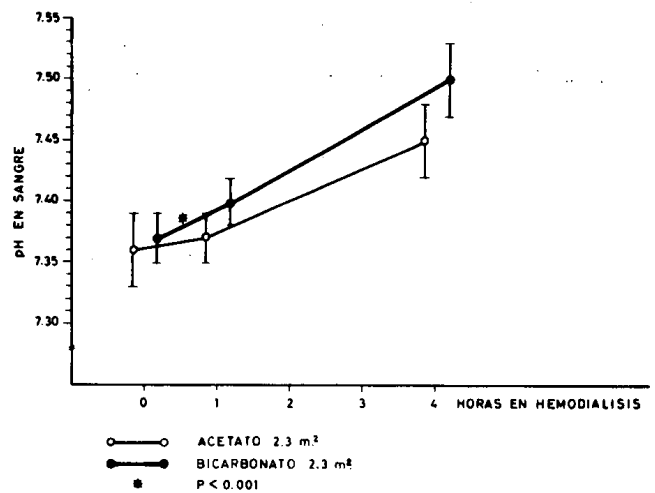


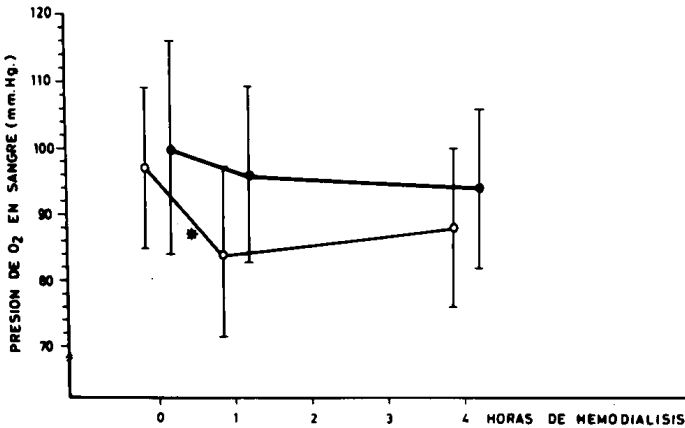
Fig. 1.—Variación del pH sanguíneo durante la hemodiálisis con baños de acetato (o—o) y de bicarbonato (●—●).

TABLA I

GASOMETRIA EN SANGRE EN LOS DISTINTOS GRUPOS

Tipo de HD		pH (unid.)	pO ₂ (mmHg)	pCO ₂ (mmHg)	CO ₃ H ⁻ (mMol/l.)
Acetato 1,5 m ² (n = 25)	Inicio	7,38 ± 0,04	97,6 ± 12,3	33,0 ± 2,8	18,8 ± 1,7
	1.ª hora	7,38 ± 0,03	84,3 ± 13,4	34,7 ± 2,2	19,2 ± 1,7
	4.ª hora	7,47 ± 0,05	88,1 ± 12,8	30,2 ± 2,5	20,5 ± 2,1
Acetato 2,3 m ² (n = 25)	Inicio	7,36 ± 0,03	96,3 ± 13,2	31,6 ± 3,4	17,4 ± 1,5
	1.ª hora	7,37 ± 0,02	83,1 ± 16,1	31,6 ± 2,6	17,7 ± 1,3
	4.ª hora	7,45 ± 0,03	93,6 ± 16,2	28,4 ± 3,3	19,1 ± 2,0
Bicarbonato 1,5 m ²	Inicio	7,37 ± 0,03	100,0 ± 16,0	31,7 ± 2,9	18,0 ± 2,0
	1.ª hora	7,40 ± 0,02	93,3 ± 13,2	33,6 ± 2,4	20,2 ± 2,0
	4.ª hora	7,51 ± 0,03	94,9 ± 12,0	29,7 ± 3,2	23,4 ± 1,8
Bicarbonato 2,3 m ²	Inicio	7,37 ± 0,02	93,8 ± 12,2	34,4 ± 2,5	19,2 ± 1,6
	1.ª hora	7,40 ± 0,02	91,1 ± 11,3	35,4 ± 3,4	21,0 ± 2,1
	4.ª hora	7,50 ± 0,03	98,4 ± 12,7	31,9 ± 2,6	24,3 ± 2,4

COMPORTAMIENTO DE LA pO₂ SANGUINEA EN HEMODIALISIS CON BAÑO DE ACETATO Y DE BICARBONATO CON DIALIZADOR DE 1.5 m²



COMPORTAMIENTO DE LA pO₂ SANGUINEA EN HEMODIALISIS CON BAÑO DE ACETATO Y DE BICARBONATO CON DIALIZADOR DE 2.3 m²

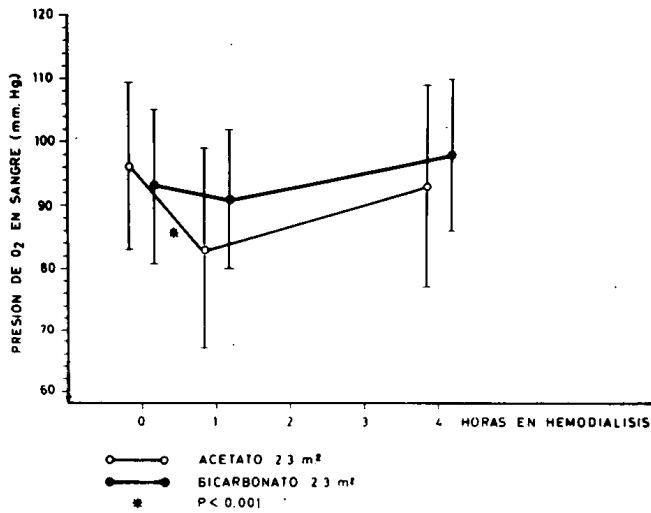


Fig. 2.—Comportamiento de la pO₂ sanguínea durante la hemodiálisis con baños de acetato (o—o) y de bicarbonato (●—●).

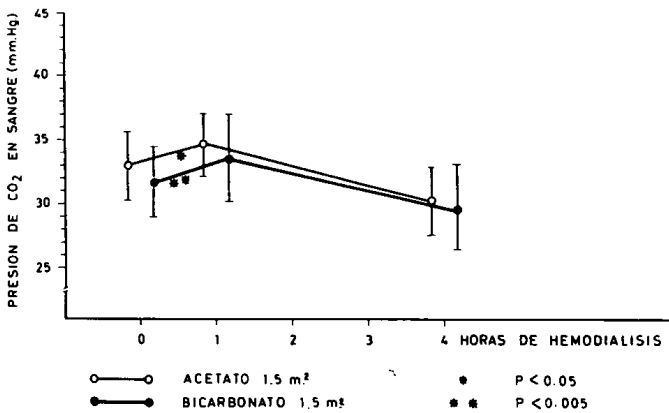


Fig. 3.—Comportamiento de la pCO₂ sanguínea durante la hemodiálisis con dializador de 1,5 m².

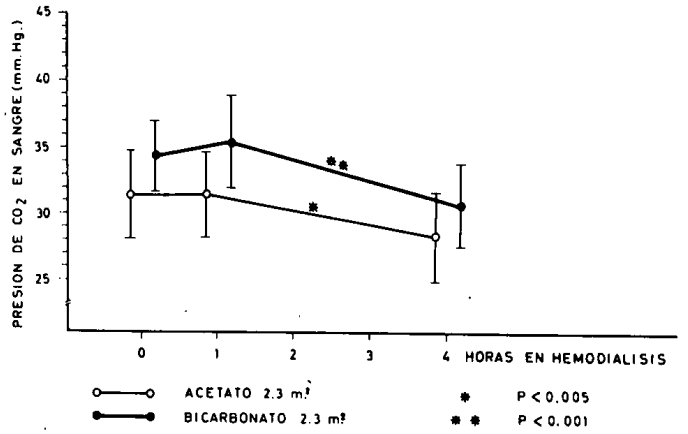
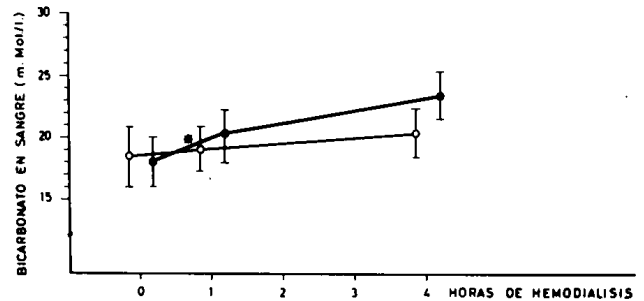


Fig. 4.—Comportamiento de la pCO₂ sanguínea en hemodiálisis con dializador de 2,3 m².

COMPORTAMIENTO DEL BICARBONATO SANGUINEO EN HEMODIALISIS CON BAÑO DE ACETATO Y DE BICARBONATO CON DIALIZADOR DE 1.5 m²



COMPORTAMIENTO DEL BICARBONATO SANGUINEO EN HEMODIALISIS CON BAÑO DE ACETATO Y DE BICARBONATO CON DIALIZADOR DE 2.3 m²

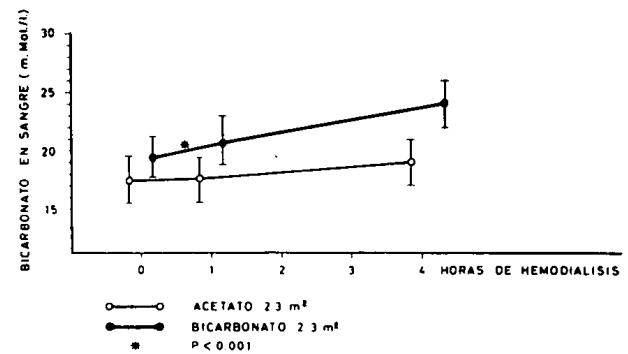


Fig. 5.—Comportamiento del bicarbonato sanguíneo durante la hemodiálisis con baños de acetato (o—o) y de bicarbonato (●—●).

ciándose que las diálisis con tampón de bicarbonato sódico son más confortables que las de tampón de acetato sódico, en especial al utilizar dializadores de 2,3 m². En

la tabla II se recoge la incidencia y la significación estadística de los distintos síntomas de malestar de diálisis examinados. Comparando la incidencia de hipotensión entre tampón de acetato sódico y bicarbonato sódico con dializadores de 1,5 y 2,3 m² se encontró respectivamente una disminución significativa al usar tampón de bicarbonato (χ^2 : 9,30, χ^2 : 7,94, $p < 0,005$). La incidencia de náuseas fue también menor al usar tampón de bicarbonato sódico (χ^2 : 9,00, $p < 0,005$; χ^2 : 18,24, $p < 0,001$). La incidencia de cefaleas intradiálisis y astenia postdiálisis

DISCUSION

Una de las limitaciones en el empleo de los dializadores de alta eficacia es el malestar que a menudo presentaban ¹. Con la diálisis de alta difusión la elevada cantidad de acetato que pasa a la sangre ¹³ excede la capacidad de utilización del mismo ^{6,14}. Los resultados que aquí se presentan coinciden en atribuir la poca tolerancia clínica de este tipo de dializadores al tampón de acetato sódico en el baño de diálisis, encontrándose una mejor tolerancia clínica con el uso del tampón de bicarbonato sódico como señalan otros autores ^{2,12}. Sin embargo, queremos señalar que en nuestro estudio la mejor tolerancia global la encontramos al utilizar el dializador de mayor eficacia con tampón de bicarbonato sódico, siendo mínima la incidencia de hipotensión, vómito, náusea, cefalea y astenia postdiálisis para una similar intensidad de pérdida de peso intradiálisis y semejante osmolaridad y concentración de sodio en el baño de diálisis. Muy sorprendente nos resultó el aumento de la incidencia de calambres al utilizar tampón de bicarbonato sódico con dializador de 1,5 m². No sabemos explicar este hecho; sin embargo, merece la pena indicar que cuando estos pacientes fueron dializador habían estado sujetos a hemodiálisis con tampón de acetato sódico y dializador de 2,3 m² y que bajo el régimen de tampón de bicarbonato se produce en ocasiones niveles de pH sanguíneo alcalino que podría facilitar la mayor incidencia de calambres. Posteriormente al usar tampón de bicarbonato sódico y dializador de 2,3 m² no hubo aumento de calambres y en el uso rutinario de tampón de bicarbonato sódico ha resultado excepcional su presencia.

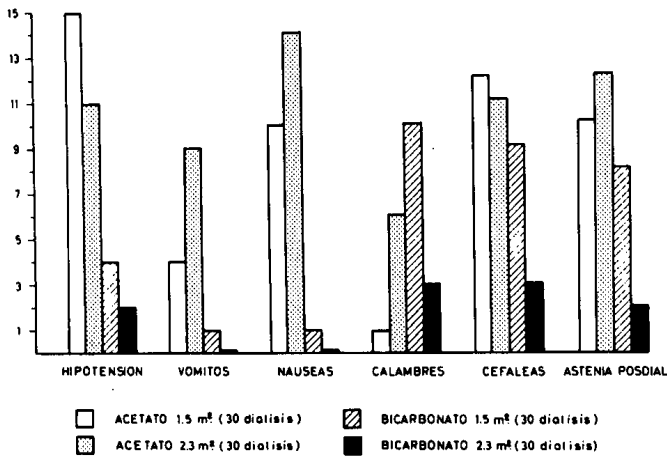


Fig. 6.—Tolerancia clínica de las distintas modalidades de hemodiálisis con expresión del número de incidencias.

fue significativamente menor al usar dializador de 2,3 m² con tampón de bicarbonato sódico (χ^2 : 5,94, $p < 0,025$; χ^2 : 9,28, $p < 0,005$). Asimismo se encontró un aumento significativo de los calambres musculares al usar tampón de bicarbonato sódico con dializador de 1,5 m² (χ^2 : 9,00, $p < 0,05$); este hecho no se ha vuelto a constatar al continuar las hemodiálisis de rutina con tampón de bicarbonato sódico. Para comparar la intensidad de las ultrafiltraciones de las distintas modalidades de hemodiálisis se compararon las pérdidas de peso en cada grupo, no hallándose diferencia significativa.

Examinado el efecto del tampón de bicarbonato sódico en el baño de diálisis sobre los triglicéridos y colesterol durante un período de un mes no se observó diferencia significativa (tabla III).

TABLA II

TOLERANCIA CLINICA

	Hipoten-sión	Vómitos	Náuseas	Calam-bres	Cefaleas Intradíalisis- Postdiálisis	Astenia postdiál.
1. Acetato 1,5 m ² (30 diálisis) ..	15	4	10	1 **	9/3	10
2. Acetato 2,3 m ² (30 diálisis) ..	11	9	14	6	9/2	12
3. Bicarbonato 1,5 m ² (30 diálisis) ..	4 **	1 *	1 **	10	7/2	8
4. Bicarbonato 2,3 m ² (30 diálisis) ..	2 **	0 **	0 ***	3	2/1*	2 **

PERDIDA DE PESO EN LOS DISTINTOS TIPOS DE DIALISIS (ml.)

Acetato 1,5 m ²	Acetato 2,3 m ²	Bicarbonato 1,5 m ²	Bicarbonato 2,3 m ²
2053,33 ± 610,67	1926,66 ± 758,82	1903,66 ± 872,52	1851,78 ± 753,44

La comparación es

- Acetato 1,5 m² - Bicarbonato 1,5 m²
- Acetato 2,3 m² - Bicarbonato 2,3 m²

* $p < 0,05$
 ** $p < 0,005$
 *** $p < 0,001$

TABLE III
LIPIDOS Y HEMODIALISIS CON TAMPON DE BICARBONATO (1 mes)

	Inicio (mg/100 ml.)		Final (mg/100 ml.)
Colesterol	192,4 ± 110,8	t dep: 0,55, NS	167 ± 22,9
Triglicéridos	180,6 ± 34,5	t dep: - 0,13, NS	188,4 ± 113,1

Con el uso del tampón de bicarbonato sódico se abre la perspectiva del empleo de dializadores de muy alta eficacia para que pudiendo conseguir igual extracción de solutos en menor tiempo con mayor estabilidad vascular a la ultrafiltración se pueda reducir aún más el tiempo de hemodiálisis.

En el estudio comparado de la gasometría se ha constatado mayor eficacia alcalinizadora del tampón de bicarbonato sódico desde la primera hora de hemodiálisis tal como se observa al examinar el comportamiento del pH y del bicarbonato actual. Es digno de interés la constatación de la hipoxemia con ambos tipos de dializadores en la primera hora de hemodiálisis al utilizar el tampón de bicarbonato sódico. Este hecho, atribuido por algunos autores a hipoventilación debido a la pérdida de CO₂ en el líquido de diálisis^{11,16}, podría ser factor de riesgo en sujetos con isquemia coronaria, insuficiencia cardiaca o respiratoria. El descenso del pCO₂ con un discreto aumento en la primera hora (dializador de 1,5 m²) en hemodiálisis con tampón de acetato ya ha sido descrito por otros autores¹³. El aumento de la pCO₂ en la primera hora que coincide con la hipoxemia de la primera hora de hemodiálisis con tampón de acetato sódico podría ser interpretado como resultado de la hipoventilación. En el caso del tampón de bicarbonato sódico hay que tener presente que la solución final del baño de diálisis tiene una presión parcial de CO₂ mucho más alta que la solución con tampón de acetato que es hipocápnica, a ese aumento en la pCO₂ contribuye el ácido acético añadido para estabilizar la solución que al reaccionar con el bicarbonato sódico desprende CO₂; así pues, durante la hemodiálisis no se producirá pérdida de CO₂ sanguínea no existiendo por tanto un factor de hipoventilación.

La no mejoría sobre los niveles de lípidos hallada en este estudio corto coincide con los resultados de otros autores, estando pendiente de confirmación la mejoría descrita en estudios a largo plazo.

En definitiva, la hemodiálisis con tampón de bicarbonato sódico en el baño de diálisis proporciona una clara mejoría en la tolerancia clínica con el uso de dializadores de alta eficacia y en aquellos pacientes con malestar intradialítico; presenta, asimismo, una mayor eficacia alcalinizadora y evita la hipoxemia intradialítica, estando especialmente indicada en pacientes de alto riesgo. Es por to-

do ello que la reintroducción del tampón de bicarbonato sódico comporta una clara mejoría de la tecnología de hemodiálisis.

BIBLIOGRAFIA

- GRAEFE, V.; MILUTINOVICH, J.; FOLLETE, W. C.; VIZZO, J. E.; BABB, A. L., y SCRIBNER, B. H.: «Less dialysis-induced morbidity and vascular instability with bicarbonate in dialysate». *Ann. Int. Med.*, 88: 332-336, 1978.
- NAGAI, K.; PAGEL, L.; RATAZI, T.; VIZZO, J., y SCRIBNER, B. H.: «The influence of acetate versus bicarbonate on patient symptomatology during dialysis». *Proc. EDTA*, 16: 122-128, 1979.
- MION, C.; HEGSTROM, R.; BOEN, S., y SCRIBNER, B.: «Substitution of sodium acetate for sodium bicarbonate in the bath fluid for hemodialysis». *Trans. Am. Soc. Artif. Inter. Organs*, 10: 110-113, 1964.
- KVEIM, M., y NESBAKKEN, R.: «Utilization of exogenous acetate during hemodialysis». *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 21: 138-143, 1975.
- GONZALEZ, F.; PEARSON, J.; GARBUS, S., y HOLBERT, R.: «On the effects of acetate during hemodialysis». *Trans. Am. Soc. Artif. Inter. Organs*, 20: 169-174, 1974.
- NOVELLO, A.; KELSCH, R., y EASTERLING, R.: «Acetate intolerance during hemodialysis». *Clin. Nephrol.*, 5: 29-32, 1976.
- LEWIS, E. J.; TOLCHIN, N., y ROBERTS, J. L.: «Estimation of the metabolic conversion of acetate to bicarbonate during hemodialysis». *Kidney Int.*, 18 (suppl. 10): 51-55, 1980.
- KIRKENDOL, P. L.; DEVIA, C. J.; BOWER, J. D., y HOLBERT, R. D. A.: «A comparison of the cardiovascular effects of sodium acetate, sodium bicarbonate and other potential sources of the fixed base in hemodialysate solutions». *Trans. Am. Soc. Artif. Organs*, 23: 399-404, 1977.
- GIORCELLI, G.; DALMASSO, F.; BRUNO, M.; PELLEGRINO, S.; TONDOLO, M.; SIRKKA, M., y VACHA, G.: «RDT with acetate-free bicarbonate buffered dialysis fluid: long-term effects on lipid pattern. Acid-base balance and oxygen delivery». *Proc. EDTA*, 16: 115-121, 1979.
- SAVDIE, E.; MAHONY, J. F., y STEWARD, J. H.: «Effect of acetate on serum lipids in maintenance hemodialysis». *Tran. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 23: 35-392, 1977.
- SHERLOCK, J.; LEDWITH, J., y LETTERI, J.: «Hypoventilation and hypoxemia during hemodialysis: reflex response to removal of CO₂ across the dialyzer». *Trans. Am. Soc. Artif. Inter. Organs*, 23: 406-410, 1977.
- RAJA, R. M.; KRAMER, M. S., y ROSEBAUM, J. L.: «Prevention of intradialytic hypotension using bicarbonate dialysate and mannitol». *Dial. Transplant*, 9: 234-236, 1980.
- VREMAN, H. J.; ASSOMULL, V. M.; KAISER, B. A.; BLASCHKE, T. F., y WEINER, M. W.: «Acetate metabolism and acid-base homeostasis during hemodialysis: Influence of dialyzer efficiency and rate of acetate metabolism». *Kidney Int.*, 18 (suppl. 10): 62-74, 1980.
- TOLCHIN, N.; ROBERTS, J. L.; HAYASHI, J., y LEWIS, E. J.: «Metabolic consequences of high mass-transfer hemodialysis». *Kidney Int.*, 11: 366-378, 1977.
- KRAUT, J.; GAFTER, U.; BRAUTBAR, N.; MILLER, J., y SHINBERGER, J.: «Prevention of hypoxemia during dialysis by the use of sequential isolated ultrafiltration-diffusion dialysis with bicarbonate dialysate». *Clin. Nephrol.*, 15: 181-184, 1981.
- DOLAN, M. J.; WHIPP, B. J.; DAVIDSON, W. D.; WEITZMAN, R. E., y WASSERMAN, K.: «Hypopnea associated with acetate hemodialysis: carbon dioxide-flow dependent ventilation». *N. Engl. J. Med.*, 305: 72-75, 1981.