



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACION 3 SUROESTE D.F.
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
"DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ"
DEPARTAMENTO CLINICO DE NEFROLOGIA

"COMPARACION DEL BICARBONATO LIQUIDO
CONTRA EL BICARBONATO EN CARTUCHO
EN HEMODIALISIS CRONICA"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
POSGRADO DE LA
ESPECIALIDAD DE NEFROLOGIA
PRESENTA
DRA. MA. ELSA PINEDA SANCHEZ

ASESOR: DR. ALFJANDRO TREVIÑO BECERRA



IMSS

MEXICO, D. F.

FEBRERO 1998

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



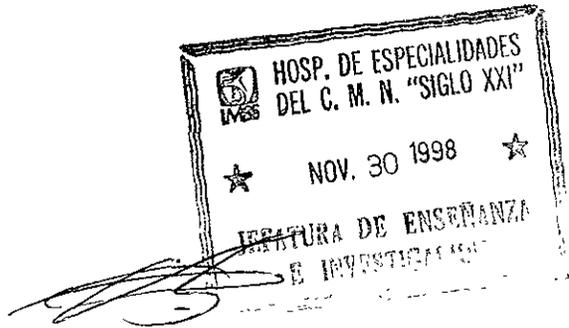
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOJA DE FIRMAS



Dr. Alejandro Treviño Becerra
Jefe del Departamento Clínico de Nefrología
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Hospital de Especialidades
"Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez"

Dr. Niels H. Wachter Rodarte
Jefe de División Educación Médica e Investigación
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Hospital de Especialidades
"Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez"

INDICE

	Página
Dedicatoria	1
Introducción	2-5
Objetivos	6
Material y Métodos	7-9
Resultados	10-11
Conclusiones	12
Discusión	13-15
Referencias Bibliográficas	16-19
Anexos	20-28

DEDICATORIA

- A mi Abuelita Ma. Elisa Jiménez M †, por todo su amor y ternura, que a pesar de no estar entre nosotros, la llevo siempre en mi corazón.

- A mis Padres por su enorme apoyo, amor, confianza, sin los cuales no hubiera logrado mis metas en la vida.

- A mi Hermano Fernando por brindarme su eterno apoyo.

- A mi Profesor y Amigo, el Dr. Alejandro Treviño Becerra por tenerme paciencia, confianza y gracias por permitirme tener el gran honor de trabajar con Usted.

- A mi Tía Raquel Sánchez Jiménez por apoyarme toda la vida.

- A los Profesores del curso por compartir sus enseñanzas y experiencias.

- A mis compañeros Residentes por trabajar en armonía y ser un gran equipo

- Al personal de Enfermería gracias.

- Con especial énfasis a mis Pacientes que me han permitido tener la gran oportunidad de aprender de ellos en mi formación médica

INTRODUCCION

En la Insuficiencia Renal Crónica (IRC), en etapas avanzadas, existen 3 grandes recursos terapéuticos: 2 son los diferentes tipos de diálisis a saber. hemodiálisis (HD) o diálisis extracorpórea, y la diálisis peritoneal (DP), y el otro gran recurso es el trasplante renal, de diferentes fuentes vivo y cadavérico.

En nuestro País en los últimos 20 años, ha habido un crecimiento constante y sostenido en los métodos de diálisis peritoneal, con diferentes resultados, y que ha llevado a que más del 90% de los pacientes que reciben algún tipo de diálisis sea peritoneal(1). Sin embargo ésta experiencia no ha sido favorable y tampoco se ha repetido en ninguna parte del mundo; lo anterior aunado a que los trasplantes totales efectuados en México, sobrepasan a los 1200 anuales, es por ello necesario, explorar mejores alternativas con la otra terapia mencionada, la HD

En efecto, en los últimos años se ha despertado mayor interés en la incorporación de un mayor número de enfermos en el tratamiento con riñón artificial, debido a las otras limitaciones y a los progresos obtenidos, en el campo de la HD, como son máquinas más seguras y eficientes, de altos flujos, con alarmas y sensores, así como con módulos que pueden alternar con buffer acetato y/o bicarbonato. Otros avances son las membranas de alta eficiencia, sintética o semisintéticas (2-3), y la vía de acceso así como los sistemas de computación adicionado a las máquinas y a los programas de diálisis, es fundamental que estos enfermos tengan una buena vía de acceso vascular temporal (catéter yugular y/o subclavía), o vías de acceso definitivo, con injertos vasculares o autólogos (4-6).

El uso de acetato en el dializado en pacientes en HD, por estudios previos se han reportado múltiples desventajas entre ellas: un estado de hiperacetatemia (7-8), menor corrección de la acidosis, desnutrición (9-10); los aniones acetato causan movimiento y

precipitación intracelular (11), del fosfato inorgánico, alteración del metabolismo de los lípidos, glucosa y fosforilación oxidativa (12-13), mayores eventos de hipotensión (4); otro de los efectos deletéreos atribuidos al empleo de acetato en el dializado, es la producción y liberación de interleucinas (IL-1B) y factor de necrosis tumoral alfa (TNF α), incremento en los niveles de factor transformante de crecimiento (TGF β -1) (15-17).

Las enormes diferencias que ofrece el uso de bicarbonato de sodio, en el dializado, es mejor corrección de la acidosis, mejoría en la contractilidad miocárdica, adecuada oxigenación y perfusión tisular (18-21).

El empleo de bicarbonato como sustancia buffer en los procesos de HD se han retomado, debido a que la mayoría de las máquinas actuales con capaces de tomar por separado el concentrado con electrolitos, y mezclarlo con el agua que llega a la propia máquina de hemodiálisis, (generalmente con agua tratada calidad HD) según las especificaciones de la Asociación Americana de Instrumentación Médica (AAMI). Las máquinas pueden hacer concentraciones de distintas composiciones de 1:34, 1:33.8 y 1.44, partes de agua tratada y del concentrado (22).

Los progresos de la hemodiálisis han llevado a progresos en ramas afines del conocimiento médico, y así se considera que en hemodiálisis debe emplearse el bicarbonato de sodio, grado HD según la farmacopea internacional; es importante tener en cuenta que debido al concentrado de electrolitos, llamado concentrado ácido, que también podría contribuir al equilibrio ácido-base en HD, el concentrado contiene cloruro de sodio por lo que es preciso que las fórmulas de los 2 concentrados, el ácido y el bicarbonato sean afines y de la misma proporción

Como se sabe una de las principales alteraciones en la IRC, es la acidosis metabólica, ya que ésta es deletérea en el organismo, favoreciendo a la desnutrición y a la hiperuricemia, y a la degradación de algunos aminoácidos (23-24). Así mismo, en la regulación del metabolismo óseo el equilibrio ácido-base, a niveles de hormona paratiroidea, calcio, fósforo son fundamentales para ésta regulación (25-26).

Con el crecimiento en el número de pacientes en HD a nivel mundial, la dinámica de trabajo que representan las unidades de HD, con gran número de enfermos y con la idea de hacer más segura y eficiente, rápida y menos laboriosa, la HD; se han desarrollado modificaciones y adaptaciones a la técnica convencional (microprocesadores), como son medidores de hematócrito continuo, mediciones constantes de urea en el líquido de diálisis de salida y modificaciones en la presentación de diferentes elementos de la composición del dializado (27), siendo la tendencia a largo plazo, la disminución de los grandes volúmenes de soluciones para diálisis y simplificarlos en diferentes cartuchos con: electrolitos, suplir el acetato y el bicarbonato por otros componentes más fisiológicos y evitar el uso de soluciones por los riesgos inherentes (28); como lo es el crecimiento potencial de bacterias en medio alcalino, o la potencial lisis de la misma que pueden producir endotoxinas, y dar severas manifestaciones infecciosas o de toxicidad al enfermo (28-31).

De tal manera que una de las compañías líderes en HD en el mundo diseñó un diagnóstico que va produciendo en línea la solución de bicarbonato, que se mezcla internamente en la máquina, con el concentrado ácido, eliminando el riesgo de potencial contaminación, favoreciendo una HD más segura y eficiente, permitiendo una más precisa corrección del equilibrio ácido-base de éstos enfermos, sin modificar los otros parámetros de la HD que podrían interferir con los resultados de adecuación y de ultrafiltración. Además es posible que elimine los riesgos de procesos inflamatorios, de infecciones así

como disminuir el riesgo de contaminación de hepatitis B y C, que se difunden en las unidades de HD; a éste proceso se le llama diálisis con bicarbonato en polvo, y el dispositivo empleado es un cartucho llamado "BiCart" (28), que es manufacturado bajo la siguiente fórmula. BiCart Gambro 204 (dilución de 1+34 mmol/lit), Na 103 mEq/lit, K 2 mEq/lit, Ca 3.5 mEq/lit, Mg 1.0 mEq/lit, Cl 110 mEq/lit, acetato 3.0 mEq/lit, bicarbonato 34 0 mEq/lit

Ventajas del cartucho de bicarbonato, en primer lugar está perfectamente sellado y el contenido es de polvo seco, lo cual impide que haya crecimiento bacteriano, posteriormente el concentrado de bicarbonato se prepara al instante y se usa de inmediato, evitando como sucede en el concentrado líquido, el cual es elaborado manualmente, así como la formación de endotoxinas que se deben en parte a la pobre calidad de agua (30-31), y contaminación durante la mezcla o mientras se emplea; cada cartucho tiene un peso aproximado de 750 gramos, lo cual lo hace de fácil manejo, práctico y sencillo. El cartucho es programado automáticamente cuando se coloca en su dispositivo, y se integra a la proporcionadora de líquido continuo de la máquina. Otros problemas que se evitan con el empleo del cartucho, son cambios en la temperatura, almacenaje de líquido, cambios en la composición y concentración, y tiene mayor vida media y fácilmente puede desecharse.

OBJETIVO

Alcanzar una mejor corrección de la acidosis metabólica, en pacientes en HD con el bicarbonato de sodio en presentación en cartucho.

MATERIAL Y METODOS

Diseño del estudio: Experimental, descriptivo y prospectivo.

Universo de trabajo: Pacientes con IRC, en HD, 3 veces por semana, con buffer bicarbonato de sodio en el dializado (presentación líquida), todos los pacientes con aplicación de eritropoyetina humana recombinante, con prescripción dietética en promedio de 2000 kcal, fija en 80 gramos de proteínas.

La investigación se llevó a cabo en el Departamento de Nefrología, Unidad de Hemodiálisis, Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez", Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El estudio inició en octubre y terminó a finales de noviembre del presente año.

Descripción de las variables:

Variable Independiente: Presentación y concentración de bicarbonato de sodio, durante la hemodiálisis.

Variable Dependiente: Monitorización de la gasometría venosa y parámetros de dializancia.

Selección de la muestra:

Tamaño de la muestra: El tamaño de la muestra se basó en el grupo de enfermos que acuden a HD regular 3 veces por semana, en el turno matutino.

Criterios de selección:

Criterios de inclusión: Pacientes con IRC de cualquier etiología tratados en HD 3 veces por semana y que durante su HD se haya empleado como buffer bicarbonato de sodio (presentación líquida).

Criterios de no inclusión: Pacientes con menos de 3 sesiones de HD a la semana, pacientes que se encuentren próximos a trasplantarse, trombosis de fistula arteriovenosa, infecciones, pacientes que requirieron hospitalización por causa distinta al estudio

Criterios de exclusión: Trasplante renal, defunción

Procedimientos: Se identificaron 9 pacientes con IRC en HD crónica 3 veces por semana, tratados en la Unidad de HD del CMN Siglo XXI, se les invitó a participar en el estudio, se informó de manera escrita y verbal las condiciones del estudio, del procedimiento, lo que se pretendió investigar, consecuencias, y los beneficios; así mismo el consentimiento fue por escrito.

El estudio se dividió en 2 etapas.

Etapa 1. pacientes con buffer bicarbonato, en presentación líquida, con duración de procedimiento hemodialítico de 3 horas, con parámetros durante la HD: flujo sanguíneo (Qs) 250 ml/min y con flujo del dializado (Qd) 500 ml/min para los pacientes con catéter tipo Mahurkar; a los pacientes con fistula arteriovenosa el Qs fue de 400 ml/min. Durante ésta etapa se les determinó urea, creatinina, sodio, potasio, calcio, ácido úrico, colesterol, albúmina y en cada procedimiento de HD pre y post urea, creatinina, sodio, potasio, cloro y gasometría venosa (pH, HCO₃, PO₂ y PCO₂). La duración de ésta etapa fue de 3 semanas.

Etapa 2: pacientes con buffer bicarbonato de sodio, en presentación cartucho, con características similares de HD y las mismas determinaciones séricas antes mencionadas.

Se evaluó al paciente durante todo el procedimiento hemodialítico, realizado por el Médico de Base de Nefrología, y por el Residente del último año de la Especialidad y la Enfermera Especialista en Hemodiálisis. El tratamiento que en éste caso fue el reemplazo del amortiguador líquido de bicarbonato de sodio en el dializado por el cartucho con

bicarbonato de sodio; éste reemplazo lo realizó la Enfermera Especialista bajo la supervisión del Médico

El procedimiento lo efectuó la máquina de HD, a través de su bomba mezcladora del agua tratada y concentrado ácido, y del bicarbonato en líquido o bien del cartucho del bicarbonato en polvo

Análisis estadístico: promedio, mediana, desviación standard y test Friedman.

RESULTADOS

Se estudiaron a 9 pacientes en programa de hemodiálisis crónica, 3 masculinos y 6 pacientes femeninas, de edad de 18-56 años, con los siguientes diagnósticos; 3 pacientes con glomerulonefritis crónica, 2 pacientes con nefropatía túbulointersticial, 2 pacientes con nefropatía obstructiva, 1 paciente con nefropatía lúpica, 1 paciente con nefroangioesclerosis. La antigüedad en HD, fue de 3-60 meses, con un promedio de 17.8 meses (Tabla I). Las características de la HD fueron, Máquina de HD marca COBE Centrysystem-3, con módulo de bicarbonato, que fueron tratados 3 veces por semana en el turno matutino y con una duración promedio de 8.30 hrs a la semana, con Qs 250 ml/min y Qd 500 ml/min, para catéter Mahurkar en posición subclavia, y para fistula arteriovenosa el Qs fue de 400 ml/min (Tabla III). En todos los procedimientos se empleó dializadores de hemophan superficie de 1.3 m² y se efectuó 36 procedimientos con bicarbonato líquido y 81 procedimientos con bicarbonato de sodio en cartucho.

Los resultados bioquímicos basales muestran que los pacientes tienen una moderada anemia, del orden de $33.7\% \pm 2.5$ (éstos valores han sido considerados límites promedio con el empleo de eritropoyetina humana recombinante). La urea basal fue de $143.6 \text{ mg/dl} \pm 43.8$, lo que indica un control metabólico ejercido por la HD, en tanto que fueron normales los valores de sodio, potasio, cloro y calcio; discretamente altos los valores de fósforo sérico $6.1 \text{ mg/dl} \pm 2.9$ y del ácido úrico $5.8 \text{ mg/dl} \pm 2.0$ (Tabla IV)

La Tabla V y VI muestra los resultados promedio comparativos pre HD en las 2 etapas. con bicarbonato líquido y con el bicarbonato en cartucho, no hubo diferencias en la urea, creatinina, sodio, potasio, cloro, calcio, fósforo, ácido úrico y albúmina

Con los parámetros de urea se calculó el índice de diálisis llamado Kt/V y el porcentaje de reducción de urea, cuyos resultados se observan en la Tabla VIII, nos permiten observar que en la etapa en el que se empleó los cartuchos con bicarbonato de sodio, fueron debido a 1) el número de procedimientos fue mayor, a cada paciente se le practicaron más tratamientos y 2) a que hubo modificaciones involuntarias en el procedimiento por la máquina, pero el empleo del cartucho de bicarbonato de sodio, no modifica la eficacia de la HD.

Las Tablas VIII y IX muestran los resultados de 4 parámetros de la gasometría, pH, bicarbonato, PO_2 y PCO_2 , el pH promedio preHD fue de 7.30 ± 0.3 , que corrige post HD a 7.38 ± 0.04 , cuando se empleó el bicarbonato líquido, en la segunda etapa cuando se usó el cartucho de bicarbonato hubo un incremento significativo en el pH de 7.31 ± 0.04 a 7.40 ± 0.03 , con $p < 0.05$. Las correcciones de bicarbonato fueron de 17.6 ± 1 a 22.6 ± 2.3 , cuando se empleó el bicarbonato líquido, y cuando se empleó el cartucho de bicarbonato en polvo, ésta corrección fue de 17.0 ± 0.50 a 24.4 ± 1.5 ($p < 0.05$). La corrección en la PCO_2 cuando se empleó cartucho con bicarbonato fue de 33.0 ± 3.5 a 36.8 ± 3.3 mmHg, comparado con un incremento no significativo post HD 34.9 ± 4 a 35.1 ± 3.9 ($p=0.953$) Finalmente en la PO_2 , en las 2 condiciones hubo un descenso similar al comparar los valores pre con los valores post ($p < 0.05$). El análisis estadístico de la comparación de los valores de pH, bicarbonato y PCO_2 en ambos procedimientos no fue significativo, sin embargo la corrección de la acidosis fue mayor con el empleo de BICART, lo que le da un valor clínico.

CONCLUSIONES

1. Técnica y operativamente el empleo de bicarbonato de sodio en cartucho, es más sencillo y práctico, en comparación con el bicarbonato de sodio en presentación líquida.
2. El procedimiento fue perfectamente tolerado por los pacientes, y no se presentó ninguna complicación.
3. Los resultados del hematócrito, ES, QS y algún parámetro nutricional, comparativamente no mostraron diferencias al realizar la hemodiálisis.
4. De acuerdo con el Kt/v , y el porcentaje de reducción de urea (PRU), en ambas etapas, mostraron una diálisis eficaz, sin embargo el menor Kt/v y menor PRU, en la etapa con el bicarbonato en cartucho, no guardan relación con el empleo del aditamento.
5. La corrección de la acidosis metabólica es independientemente de la adecuación de la HD, en base al Kt/v y al PRU:
6. Observamos corrección de la acidosis metabólica, en base al pH , HCO_3 , PCO_2 y PO_2 en ambas etapas del estudio, sin embargo no hubo cambios estadísticamente significativos en ésta muestra
7. En este estudio corroboramos las ventajas y seguridad, del empleo del bicarbonato de sodio en cartucho, y observamos mayor corrección de la acidosis metabólica, por lo que recomendamos su empleo.

DISCUSION

La adecuada realización de los procedimientos hemodialíticos permiten alcanzar resultados satisfactorios en el propio tratamiento a mediano y a largo plazo, con menor morbilidad y disminución en la mortalidad; para medir los resultados inmediatos de la misma no es únicamente por la disminución de la urea, de acuerdo al peso del paciente, sino la corrección de los otros parámetros bioquímicos, de la presión arterial, de la retención de líquidos y del equilibrio ácido-base restaurando un pH normal, evitando la acidosis y mejorando la difusión de gases, sin que haya trastornos de bioincompatibilidad

(19) Al emplearse bicarbonato en la solución del concentrado de hemodiálisis, se evitan factores adversos señalados, del uso de acetato, y aunque hay en la literatura otras sustancias alcalinas que intervienen en el sistema ácido-base, por ahora su empleo no se ha generalizado, como ya sucedió con el bicarbonato de sodio. Se trata de facilitar aún más el procedimiento de hemodiálisis, de hacerlos más seguros y eficiente, de tal manera que si bien es un hecho que desde hace más de 10 años, se ha implementado el cartucho de bicarbonato de sodio en polvo, con las ventajas ya señaladas (18-21), por un lado en nuestro medio, no habíamos tenido oportunidad de utilizarlo, y por otro lado no existe en la literatura disponible a nuestro alcance, un estudio controlado entre varios parámetros de adecuación de hemodiálisis y de verificación de los resultados de la hemodiálisis en forma comparativa con el empleo de bicarbonato de sodio líquido y de bicarbonato de sodio en polvo, para el procedimiento de HD crónica, es interesante conocer si el empleo de estos cartuchos efectivamente reduce el crecimiento bacteriano, y no interviene en los parámetros de detección de bioincompatibilidad y eventualmente puede disminuir las reacciones adversas que provocan inflamación en el paciente en HD.

Observamos que existe una pequeña modificación de entre las dos fórmulas de los concentrados de bicarbonato, pero por ser tan pequeñas no interfiere con los resultados. Si bien es cierto que algunos parámetros de las máquinas de HD se modificaron, estos no interfieren con la corrección de la acidosis.

Los parámetros de nutrición, aunque en un estudio agudo, no se modificaron, como tampoco hubo variantes significativas en las modificaciones de los electrolitos séricos, del hematócrito. La última parte del análisis de las cuentas bacterianas y de la respuesta a la bioincompatibilidad son parte de otra comunicación.

El cartucho al tener una cantidad fija de bicarbonato de sodio en polvo, dependiendo de la duración de la HD, puede no consumirse todo en un solo procedimiento, por lo que también será de utilidad determinar cuando y cuantas hemodiálisis del mismo paciente podrá utilizarse en un cartucho.

En este trabajo encontramos que las ventajas para el empleo del cartucho de bicarbonato de sodio, son las conocidas, tanto bioquímicas, como en la corrección a valores normales de bicarbonato, por lo que observamos que el cartucho de bicarbonato, es eficaz en la corrección de la acidosis metabólica. Así mismo encontramos como dato interesante, que no coincide la adecuación de la hemodiálisis en términos de Kt/v y del PRU, con la corrección de la acidosis metabólica, por lo que se deben separar estos parámetros como índices de diálisis adecuada. El empleo de los cartuchos de bicarbonato al disminuir el riesgo de crecimiento bacteriano, de endotoxinas y con ello de posible infecciones, va a modificar ventajosamente la realización de la HD, si se logra demostrar que a mediano y largo plazo no eleva a los indicadores de la inflamación aguda y crónica, citoquinas y proteína C reactiva, podría ser que este aditamento, reduzca los riesgos de complicaciones

cardiovasculares y pueda contribuir a ofrecer mejores resultados en la población en hemodiálisis crónica

El factor costo puede reducirse paulatinamente o bien demostrar beneficios que apoyan su uso constante, *aunque sea un poco más alto, el precio.*

Otra posibilidad será tener cartuchos de mayor capacidad que se pueden utilizar en varias diálisis ó integrarlos a los propios filtros de hemodiálisis, con lo cual disminuirá el costo de la fabricación, de estos cartuchos, de dializadores, con diversos concentrados en polvo de las formulas del líquido ácido y del bicarbonato de sodio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Treviño BA, NEFROECONOMIA EN MEXICO (ANALISIS DE LA ATENCION DE LA INSUFICIENCIA RENAL CRONICA). *Nefrología Mexicana*. 14:75-80 (1993).
2. Bergamo G. Collaborative Dialysis Study Group. ACUTE INTRADIALYTIC WELL BEING OF A CLINICAL TRIAL COMPARISONS POLYSULFONE WITCH CUPROPHAN. *Kidney Int*. 40:714-719 (1991).
- 3 Bonomini V ON OPTIMAL DIALYSIS. *Kidney Int* 7:Suppl 3:S365-368 (1975).
4. Ahearn DJ, Maher JF. HEART FAILURE AS A COMPLICATION HEMODIALYSIS ARTERIOVENOUS FISTULA. *Annals of Internal Medicine* 201-204 (1972).
5. Brescia MJ, Cimino JE. CHRONIC HEMODIALYSYS USING VEIN PUNCTURE AND SURGICALLY CREATED ARTERIOVENOUS FISTULA. *New Engl J Med*. 275 1089 (1966)
- 6 Bouthier JD, Levenon JA, Simons AC, Bariety. A NON INVASIVE DETERMINATION OF FISTULA BLOOD FLOW IN DIALYSIS PATIENTS. *Artif Organs*. 7:404-409 (1983).
7. Novello A, Kelsh RC, Easterling RE. ACETATE INTOLERANCE DURING HEMODIALYSIS. *Clin Nephrol*. 5:29-32 (1976).
8. Veech RL, Gitomer WL. THE MEDICAL AND METABOLIC CONSEQUENCES OF ADMINISTRATION OF SODIUM ACETATE. *Kidney Int*. 22:593-596 (1988).
9. Brueggemeyer CD, Ramirez G. DIALYSATE COCENTRATE: A POTENTIAL SOURCE OF LETHAL COMPLICATION. *Nephron*. 46:397-401 (1987).

10. Achiardo SR, Moore L. MALNUTRITION AS THE MAIN FACTOR IN MORBIDITY AND MORTALITY OF HEMODIALYSIS PATIENTS. *Kidney Int.* 23:S101-S106 (1983).
11. Veech RL. THE UNTOWARD EFFECTS OF THE ANONS OF DIALYSIS FLUIDS. *Kidney Int.* 34: 587-597 (1990).
12. Caravaca F, Pizarro JL. HYPERSENSITIVE REACTION RELATIVE TO ACETATE DIALYSATE AND CELLULOSE MEMBRANE. *Nephron.* 45: 158-159 (1987).
13. Kayser B, Poter DE, Briant RE. ACID BASE CHANGES AND ACETATE METABOLISM DURING ROUTINE AND A HIGH EFFICIENCY HEMODIALYSIS IN CHILDREN. *Kidney Int.* 19: 70-79 (1981).
14. Keshawish P. THE ROLE OF ACETATE IN THE ETIOLOGY OF SYMPTOMATIC HYPOTENSION. *Artif Organs.* 6: 378-382 (1982).
15. Anderson J, Briefel G, Jones JM. EFFECTS OF ACETATE DIALYSATE ON TRANSFORMING GROWTH FACTOR BETA-1 INTERLEUKIN, AND BETA MICROGLOBULIN PLASMA LEVELS. *Kidney Int.* 40: 1110-1117 (1991).
16. Bingel M, Lonneman G, Koch KM. ENHACEMENT OF IN VITRO HUMAN INTERLEUKIN-1 PRODUCTION BY SODIUM ACETATE. *Lancet.* 3: 14-16 (1988)
17. Higuchi T, Kuno T, Takahashi S. CHRONIC EFFECTS OF LONG TERM ACETATE ON THE PRODUCTION ON INTERLEUKI-1 RECEPTOR ANTAGONIST BY PERIFERAL BLOOD MONONUCLEAR CELLS. *Am J Nephrol.* 17: 428-434 (1997).
18. Man NK, Fournier G, Thireau P, Gaillard JL. EFFECTS OF BICARBONATE CONTAINING DIALYSATE ON CHRONIC HEMODIALYSIS PATIENTS. A COMPARATIVE STUDY. *Artif Organs.* 6: 421-425 (1982).

19. Narins RG, Cohen JJ. BICARBONATE THERAPY FOR ORGANIC ACIDOSIS THE CASE FOR ITS CONTINUED USE. *Ann Intern Med.* 106: 615-617 (1987).
20. Bishop RL, Weisfelt ML. SODIUM BICARBONATE ADMINISTRATION DURING CARDIAC ARREST. *JAMA.* 235: 506-509 (1976).
21. Clancy RL, Cingolani HE, Taylor RR. INFLUENCE OF SODIUM BICARBONATE ON MYOCARDIAL PERFORMANCE. *Am J Physiol.* 212: 917-923 (1976).
22. Gennary FJ. ACID BASE BALANCE IN DIALYSIS PATIENTS. *Kidney Int.* 28: 678-688 (1985).
23. Suleywanlar G, Zhou HZ. MECHANISMS OF IMPAIRED ENERGY METABOLISM DURING ACIDOSIS: ROLE OF OXIDATIVE METABOLISM. *Am J Physiol.* 263: H1818-1822 (1992).
24. Graefe B, Milotinovich J. LESS DIALYSIS INDUCED MORBIDITY AND VASCULAR INSTABILITY WITH BICARBONATE IN DIALYSATE. *Annals Intern Med.* 88: 332-336 (1978).
25. Sherrard DJ, Herckz G, Pei Y, Maloney NA. THE SPECTRUM OF BONE DISEASE IN END STAGE RENAL FAILURE. *Kidney Int.* 43: 436-442 (1993).
26. Cochran M, Wilkinson R. EFFECT OF CORRECTION OF METABOLIC ACIDOSIS OF BONE MINERALIZATION RATES IN PATIENTS WITH RENAL OSTEOMALACIA. *Nephron.* 15: 98-110 (1975).
27. Shapiro JL, Matthew A, Whaleu H. DIFFERENT EFFECTS OF SODIUM BICARBONATE IN ALTERNATE BUFFER (CARBICAR) IN NORMAL VOLUNTEER. *J Critical Care* S157-160 (1990).

28. Krister D, Per-Ola A A CLINICAL TEST OF A NEW DEVICE FOR ONE LINE PREPARATION OF DIALYSIS FLUID FROM BICARBONATE POWDER. THE GAMBRO BICART. Dial Transplant 17: 9-12 (1988).
29. Mion CM. BICARBONATE CONCENTRATE: A HIDDEN SOURCE OF MICROBIAL CONTAMINATION ON DIALYSIS FLUID. Blood P 7: 32-38 (1987).
30. Man NK, Ciancioni CH RISK AND HAZARDS OF CONTAMINATED DIALYSATE ASSOCIATED WITH HIGH FLUX MEMBRANE. Nephron 12: 314-318 (1987).
31. Klein E. MICROBIAL AND ENDOTOXIN CONTAMINATION IN WATER IN DIALYSATE IN THE CENTRAL UNITED STATES. Artif Organs 14: 85 (1994).

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

TABLA I. DATOS GENERALES DE PACIENTES EN HEMODIALISIS CRONICA

Número	Paciente	Afiliación	Sexo/Edad	Diagnóstico	Tiempo en HD meses
1	LSC	3094 61 0299 1M	M/27 años	Glomerulonefritis	60
2	ASC	4589 70 8683 1M	M/28 años	Glomerulonefritis	12
3	AQZ	2187 71 1843 1F	F/24 años	Nefropatía Lúpica	12
4	ERP	1167 47 1239 1F	F/45 años	Nefroangioesclerosis	8
5	PPE	0172 50 2951 1M	F/45 años	Nefropatía Tubulointersticial	34
6	TTF	1591 33 0101 2M	F/56 años	Nefropatía Obstruktiva	14
7	CLM	1977 58 4872 3M	M/18 años	Nefropatía Tubulointersticial	3
8	MEA	6286 54 0209 1F	F/42 años	Nefropatía Obstruktiva	7
9	SMA	8883 62 0565 1F	F/35 años	Glomerulonefritis	11

**TABLA II. COMPOSICION DE 2 DIFERENTES CONCENTRADOS
DE BICARBONATO**

Electrólitos	COBE 2K 012-111-004 (Líquido)	BICART® D-204 (Dilución 1+34 mmol/l)
Bicarbonato mEq/l	33	34
Sodio mEq/l	137	103
Potasio mEq/l	2	2
Calcio mEq/l	3.0	3.5
Magnesio mEq/l	0.75	1.0
Cloro mEq/l	105.8	110
Acetato mEq/l	4	3

**TABLA III. CARACTERISTICAS DE LA HEMODIALISIS EN EL ESTUDIO
COMPARATIVO DE 2 PRESENTACIONES DE BICARBONATO EN HD**

Paciente	Buffer	Horas/Semana	Angioacceso	Qs (ml/min)	Qd (ml/min)
1	Bicarbonato	8 hrs 30 min	FAVI*	400	500
2	Bicarbonato	8 hrs 30 min	CM**	250	500
3	Bicarbonato	8 hrs 30 min	CM**	250	500
4	Bicarbonato	8 hrs 30 min	CM**	250	500
5	Bicarbonato	8 hrs 30 min	FAVI*	400	500
6	Bicarbonato	8 hrs 30 min	CM**	250	500
7	Bicarbonato	8 hrs 30 min	CM**	250	500
8	Bicarbonato	8 hrs 30 min	CM**	250	500
9	Bicarbonato	8 hrs 30 min	CM**	250	500

* Fístula Arteriovenosa Interna

** Catéter Mahukar

TABLA IV. RESULTADOS BIOQUIMICOS BASALES EN LOS PACIENTES EN EL ESTUDIO COMPARATIVO DE 2 PRESENTACIONES DE BICARBONATO

Paciente	EN HD								
	Hto %	Na mEq/l	K mEq/l	Urea mg/dl	Cr mg/dl	Ca mg/dl	Cl mEq/l	P mg/dl	Ac úrico mg/dl
1	34.1	140	4.9	122	13	9.8	105	3.9	6.0
2	33.3	146	5.7	180	13.5	9.5	106	13.5	9.6
3	37.3	142	4.7	103	8.4	9.5	108	4.3	3.9
4	32.2	138	5.3	181	11	9.8	100	6.9	5.1
5	31.6	137	4.9	183	9.1	10.1	102	5.7	3.6
6	32.6	138	5.8	207	9.8	8.9	104	5.6	8.2
7	30	136	5.0	150	7.0	8.2	100	4.6	7.0
8	36.9	139	5.2	109	6.1	8.3	103	5.9	4.8
9	36	143	4.7	82	7.0	9.2	107	5.2	4.8
\bar{x}	33.77	139.8	5.1	146.3	9.4	9.2	103.8	6.1	5.8
DS	2.50	3.2	0.4	43.8	2.60	0.6	2.80	2.90	2.0

TABLA V. RESULTADOS BIOQUIMICOS DE LOS PACIENTES EN EL ESTUDIO COMPARATIVO DE 2 PRESENTACIONES DE BICARBONATO EN HEMODIALISIS

Paciente	Urea mg/dl		Cr mg/dl		Na mEq/l		K mEq/l		Cl mEq/l	
	BL	CB	BL	CB	BL	CB	BL	CB	BL	CB
1	120	132	12.5	15.6	138	129	4	4	100	90.6
2	167	149	13	11.9	139	134	5.2	4.6	101	98.6
3	121	156	9	10.3	138	129	4.8	5.6	102	98
4	182	148	11.5	12	132	131	5.3	4.8	95	94.3
5	189	150	9.7	9.8	136	135	4.6	4.6	102	97.5
6	219	213	10.4	10.8	133	133	5.9	5.4	98	95.6
7	142	113	6.7	6.3	136	133	4.6	4.9	99	100
8	132	150	7.6	9.6	138	135	4.8	4.8	101	99
9	101	110	9.2	12	138	133	4.6	4.6	104	99
\bar{x}	152.5	146.7	9.9	10.9	136.4	132.4	4.8	4.8	100.2	96.9
DS	38.8	30.0	2.10	2.40	2.40	2.30	0.50	0.40	2.60	2.90

BL Bicarbonato Líquido

CB Bicarbonato en Cartucho

TABLA VI. RESULTADOS BIOQUIMICOS DE LOS PACIENTES EN EL ESTUDIO COMPARATIVO DE 2 PRESENTACIONES DE BICARBONATO EN

Paciente	HD					
	Ca mg/dl		P mg/dl		Ac úrico mg/dl	
	BL	CB	BL	CB	BL	CB
1	9.80	9.30	3.90	3.30	6.0	8.60
2	9.5	9.90	13.5	8.40	9.60	8.60
3	9.5	9.80	4.30	4.70	3.90	5.6
4	9.8	10	6.90	7.0	5.10	5.3
5	10.1	9.80	5.70	4.70	3.60	6.2
6	8.9	9.20	5.60	5.30	8.20	7.0
7	8.2	9.0	4.60	4.10	7.0	6.5
8	8.3	9.20	5.90	7.0	4.80	5.8
9	9.2	8.40	5.20	5.50	4.80	7.7
\bar{x}	9.25	9.40	6.17	5.55	5.88	6.87
DS	0.66	0.52	2.29	1.62	2.01	1.24

BL Bicarbonato Líquido

CB Bicarbonato en Cartucho

TABLA VII. RESULTADOS DIALIZANCIA Y NUTRICIONALES EN EL ESTUDIO COMPARATIVO DE 2 PRESENTACIONES DE BICARBONATO EN

Paciente	Kt/V		Porcentaje Reducción		Albúmina gr/dl	
			Urea %			
	BL	CB	BL	CB	BL	CB
1	0.9	0.91	53	53.4	4.7	4.7
2	1.10	1.0	61	53.2	4.2	4.2
3	1.20	1.0	67	61.2	5.5	5.5
4	1.14	1.0	62	60.2	4.4	4.4
5	1.13	1.0	61.7	55.1	4.4	4.4
6	1.19	1.0	64.5	56.3	4.6	4.6
7	1.38	1.3	72.5	69.7	3.8	3.8
8	1.34	1.0	71	58.45	4.4	4.2
9	0.70	1.0	42.8	53.1	4.7	4.7
\bar{x}	1.12	1.02	61.7	57.8	4.5	4.5
DS	0.20	0.10	9.10	5.30	0.46	0.47

BL Bicarbonato Líquido

CB Bicarbonato en Cartucho

**TABLA VIII. RESULTADOS DEL EQUILIBRIO ACIDO BASE DE LOS
PACIENTES EN EL ESTUDIO COMPARATIVO DE 2 PRESENTACIONES DE
BICARBONATO EN HD**

Paciente	pH BL		pH CB		HCO ₃ BL		HCO ₃ CB	
	Pre	Post	Pre	Post	mmol/l	mmol/l	Mmol/l	Mmol/l
1	7.37	7.45	7.35	7.43	19.4	22.9	16.7	22.7
2	7.31	7.36	7.32	7.39	17.8	23.9	16.7	23.9
3	7.27	7.38	7.28	7.38	18.4	24.3	18.1	23.8
4	7.34	7.44	7.35	7.44	17.4	25.3	17.3	24.7
5	7.33	7.39	7.37	7.44	15.9	17.8	17.1	24.5
6	7.24	7.32	7.24	7.35	17.8	20.6	17.3	24.3
7	7.29	7.36	7.27	7.40	17.2	24	16.6	25.9
8	7.33	7.37	7.31	7.38	18.6	23.7	17.1	27.6
9	7.29	7.38	7.34	7.40	16.3	20.9	18.1	22.6
\bar{x}	7.30	7.38*	7.31	7.40**	17.6	22.6	17.2	24.4
DS	0.03	0.04	0.04	0.03	1.1	2.3	0.50	1.50

* p<0.05

** p>0.05

BL Bicarbonato Líquido

CB Bicarbonato en Cartucho

Pre Pre Hemodiálisis

Post Post Hemodiálisis

**TABLA IX. RESULTADOS DEL EQUILIBRIO ACIDO BASE DE LOS
PACIENTES EN EL ESTUDIO COMPARATIVO DE 2 PRESENTACIONES DE
BICARBONATO EN HD**

Paciente	PO2 BL		PO2 CB		PCO2 BL		PCO2 CB	
	MmHg		mmHg		mmHg		mmHg	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	82.6	79	80	60	32.5	31.7	29.7	33.2
2	36	31.3	36.6	47.6	35.4	39.3	31.5	38.6
3	35.6	33.3	36.3	33	41.26	40.2	37.5	39.2
4	40.3	30	62	29.3	31.46	36.5	30.4	35.8
5	94	83.3	79.5	89.5	29.4	29.2	28.8	33.5
6	40.6	36	43.3	26.6	40.4	34.4	39.2	42.3
7	51.3	28.6	40	32.6	35.6	31.6	34.7	40.2
8	42.6	38.3	44.4	35.3	36.6	39.4	32.9	33
9	45	38	41.3	37	32	33.9	32.8	35.6
\bar{x}	52	44.2	51.3	43.4	34.9	35.1*	33.0	36.8**
DS	21.3	21.2	17.7	20.0	4.0	3.9	3.5	3.3

* $p < 0.05$

** $p > 0.05$

BL Bicarbonato Liquido

CB Bicarbonato en Cartucho

Pre Pre Hemodiálisis

Post Post Hemodiálisis