

Nueva técnica en hemodiálisis: superficie: 5 m²; tiempo: 6 horas por semana

E. Rotellar *

La posibilidad de acortar el tratamiento de hemodiálisis ha sido un continuado deseo de los médicos y enfermos.

No obstante, muy pocos trabajos se han orientado a conseguirlo por un aumento de la superficie de diálisis, ya que sólo se encuentran en la literatura referencias aisladas de empleos de grandes superficies.

Parsons y cols. (1), en 1961, utilizan 3,2 m² de superficie para dializar enfermos en insuficiencia renal aguda (IRA).

Daugirdas y cols. (2), en 1981, utilizan 5 m² de superficie mediante dos dializadores conectados en serie, en un estudio comparativo de la influencia de tiempos y superficies. No modifican la velocidad del flujo sanguíneo, que mantienen a 250 ml/min, pero sí la del líquido de diálisis, que elevan a 1.000 ml/min. Usan su dispositivo en 11 pacientes durante 2 semanas.

Von Albertini y cols. (3, 4), en 1984, utilizan una superficie de 3,6 m² con un dispositivo de hemodiafiltración, un flujo sanguíneo de 500 ml/min y un flujo de dializado de 1.000 ml/min. Emplean su técnica en 4 pacientes durante 4 semanas. Como vemos, en todos estos trabajos el número de pacientes es escaso y el tiempo de aplicación del método muy breve.

Nosotros siempre hemos trabajado con dializadores de gran superficie por considerarlos necesarios para una diálisis eficaz, porque ya que se sujeta al enfermo y se hace un complicado montaje creemos que se debe dar un rendimiento máximo, porque con ello el paciente puede seguir una dieta libre y estar mejor nutrido. La diálisis debe ser técnicamente lo suficiente perfecta, para permitirle llevar una vida lo más normal posible.

Por eso, como veremos, cuando aquí hablemos de diálisis convencional se entiende que son pacientes dializados con un dializador de 2,3 o 2,5 m² con un flujo de sangre de 250 ml/min.

La tabla I muestra las diferencias entre la hemodiálisis convencional (HC), que nosotros realizábamos con un dializador capilar de 2,5 m², y la diálisis con nuestra técnica que llamaremos Hemodiálisis de Gran Superficie (HGS).

En la citada tabla, podemos ver cómo se han duplicado superficie y flujos, reduciendo el tiempo a la mitad y manteniendo el producto tiempo-superficie inalterado.

Para obtener las condiciones descritas en la tabla I con los materiales disponibles en el mercado, hemos ideado el dispositivo que representamos en la figura 1.

En dicha figura, se pueden observar dos dializadores colocados en paralelo (1 y 2) con dos bombas de sangre (3 y 4). La línea de sangre procedente del paciente (5) se divide en dos líneas separadas (6 y 7), cada una con su propia bomba impulsora, para que el flujo sea igual en ambos dializadores.

Hay dos puntos de entrada de heparina (8 y 8), con sus correspondientes bombas, para que la heparinización sea también igual en ambos dializadores. A la salida de los dos dializadores, las dos líneas de sangre se reúnen en una sola (10), que devuelve la sangre al enfermo. El flujo de sangre se mantiene a 500 ml/min en la línea principal, lo que supone el paso de 250 ml/min por cada dializador.

El líquido de diálisis sale del monitor por una sola línea (11) a un flujo de 1.000 ml/min, bifurcándose antes de entrar en los dializadores (12 y 13), por lo que cada uno de ellos recibe 500 ml/min, cantidad habitual en la diálisis convencional. Dos debímetros de bola (14 y 15) permiten comprobar que el flujo es permanente de

* Clínica Renal. Barcelona.

TABLA I

Fundamentos del método

	Hemodiálisis convencional (HC)	Hemodiálisis de gran superficie (HGS)
Superficie	2,5 m ²	5 m ²
Flujo sanguíneo (Q _B)	250 ml/min	500 ml/min
Dializado (Q _D)	500 ml/min	1.000 ml/min
Tiempo	12 hr/sem	6 hr/sem
	2,5 × 12 = 30	5 × 6 = 30

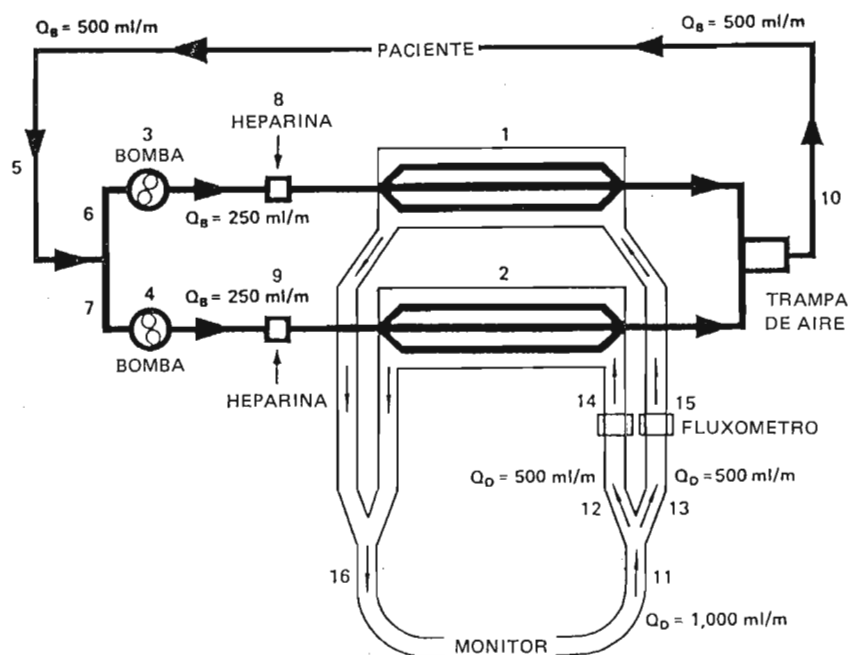


Fig. 1. Esquema del dispositivo.

500 ml/min por dializador. Las líneas de salida de cada dializador se reúnen en una sola línea (16), que vuelve al monitor.

Como hemos visto, los dos dializadores trabajan en las mismas condiciones que en la diálisis convencional: reciben simultáneamente el

mismo flujo de sangre con la misma concentración de solutos del paciente y un flujo de dializado de 500 ml/min cada uno, con lo cual depuramos el doble de sangre por unidad de tiempo.

La figura 2 muestra el dispositivo en uso y la figura 3 el detalle del mismo.

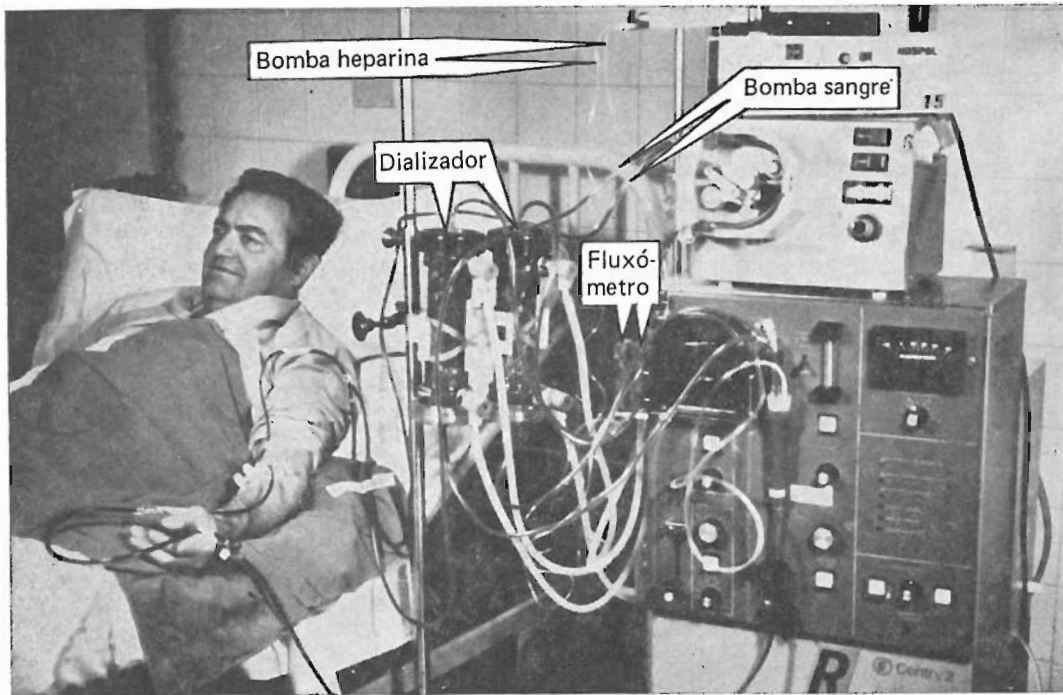


Fig. 2. Montaje actual de nuestro sistema conectado al paciente.

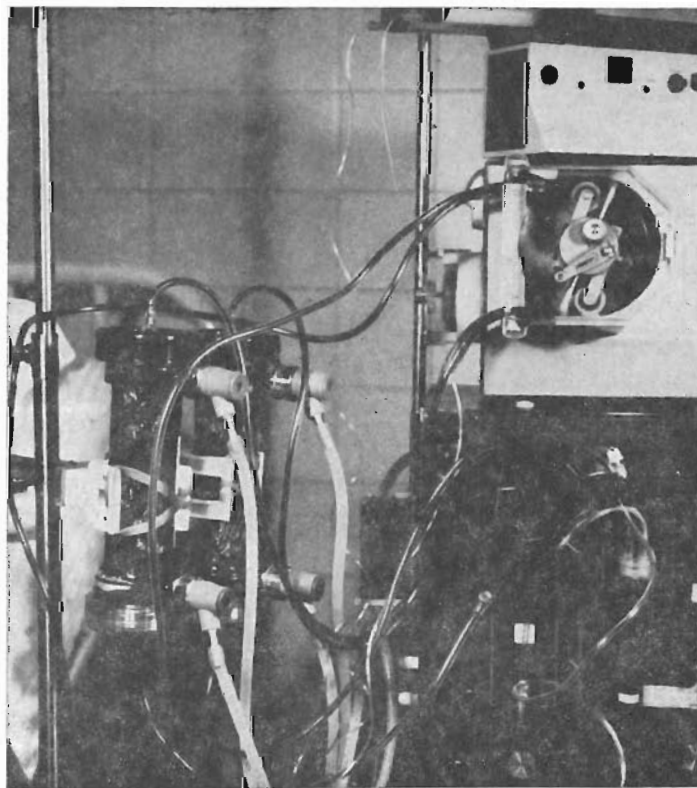


Fig. 3. Detalle de nuestro sistema.

Las características de este dispositivo se reseñan en la tabla II. Como vemos, el clearance de los solutos extraídos es el doble del obtenido con una superficie de 2,5 m².

La figura 4 muestra en forma gráfica la comparación de clearances obtenidos por semana con

12 horas de HC y 6 horas de HGS. Como vemos, son aproximadamente los mismos para cada parámetro estudiado.

La figura 5 nos muestra la cantidad total de urea que podemos extraer en 2 horas con nuestro dispositivo, en comparación con la que ex-

TABLA II
Características del sistema

	<i>Hemodiálisis convencional (HC)</i>	<i>Hemodiálisis de gran superficie (HGS)</i>
Volumen total (ml)	315	510
Sangre residual (ml)	10	20
Coefficiente de ultrafiltración (ml/h/mmHg)	3,6	7,2
Aclaramiento de creatinina (ml/min)	175	345
Aclaramiento de urea (ml/min)	214,5	436
Aclaramiento de ácido úrico (ml/min)	166	316
Aclaramiento de fosfatos (ml/min)	154,1	308
Aclaramiento de B ₁₂ (ml/min)	45	98
(Índice de ultrafiltración de 10 ml/min)		

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ACLARAMIENTOS

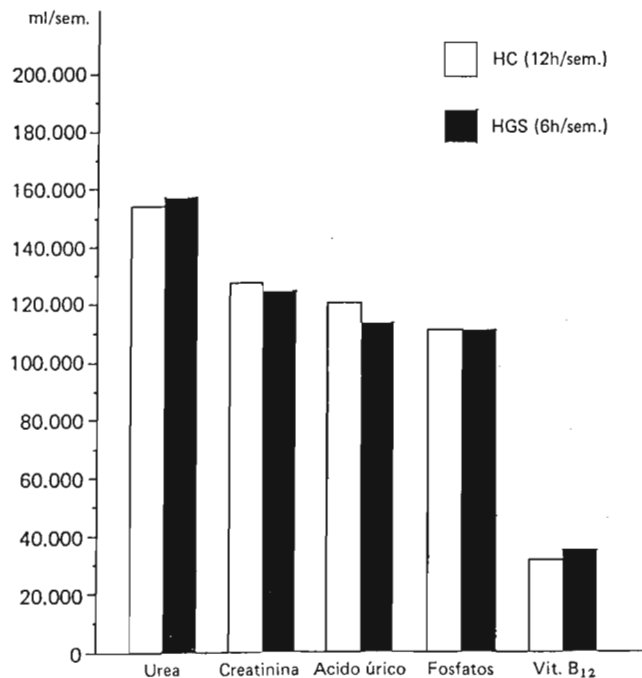


Fig. 4. Comparación de aclaramientos semanales en HC y HGS.

traemos en hemodiálisis convencional en 4 horas. Como podemos ver, la extracción es muy similar.

El descenso ureico en sangre con ambos métodos se puede observar en la figura 6 y vemos que es idéntico con 4 horas en hemodiálisis convencional y con 2 horas de hemodiálisis de gran superficie.

Podría suponerse que estas rápidas extracciones se efectúan principalmente en el comparti-

miento extracelular. El compartimiento intracelular queda a un nivel más alto.

Una comprobación indirecta de si esto sucede es ver el «rebound» inmediato en el período post-diálisis, que en el caso de que este desequilibrio fuese importante sería más rápido que en la hemodiálisis convencional. La figura 7 nos muestra que este «rebound» sigue un paralelismo al que se produce en diálisis convencional.

También el ascenso de los períodos interdia-

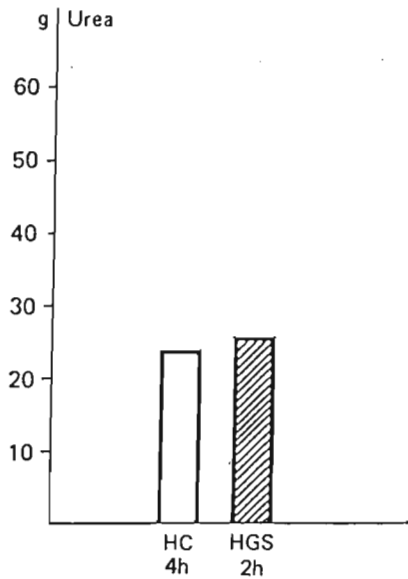


Fig. 5. Extracción total de urea en el programa I.

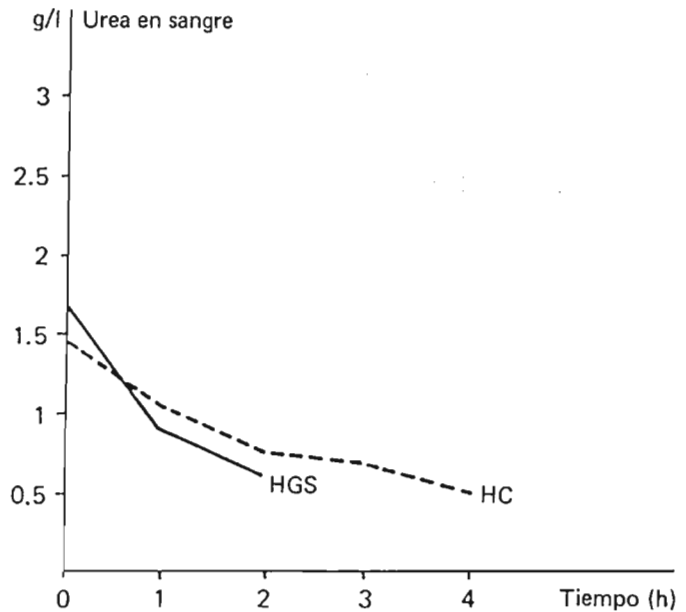


Fig. 6. Descenso de urea sanguínea en el programa I.

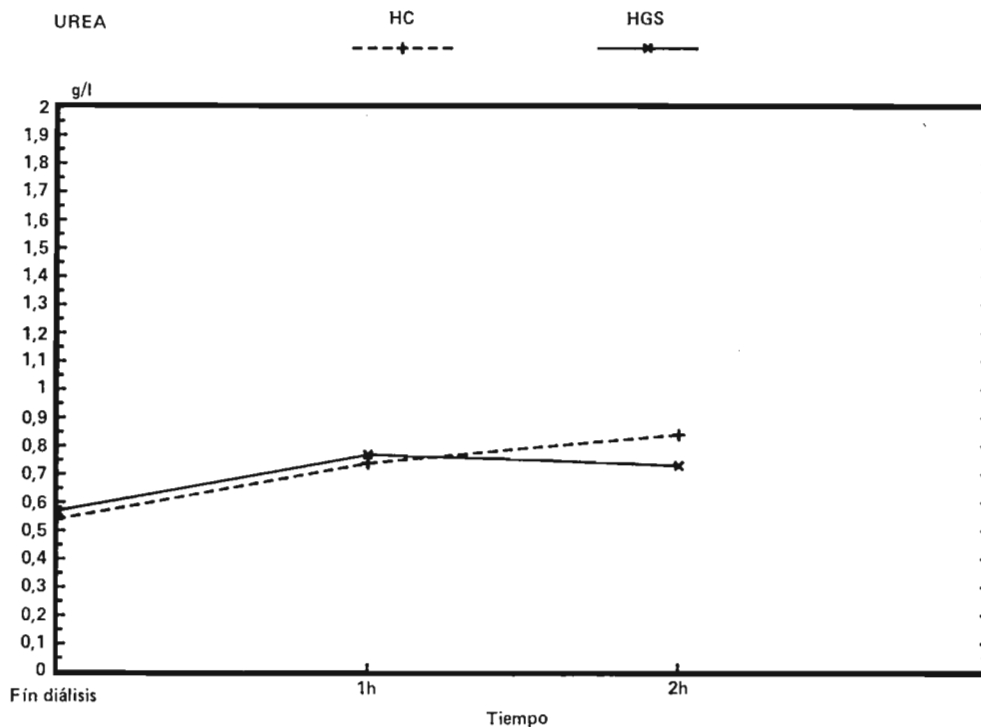


Fig. 7. Ascenso inmediato de urea.

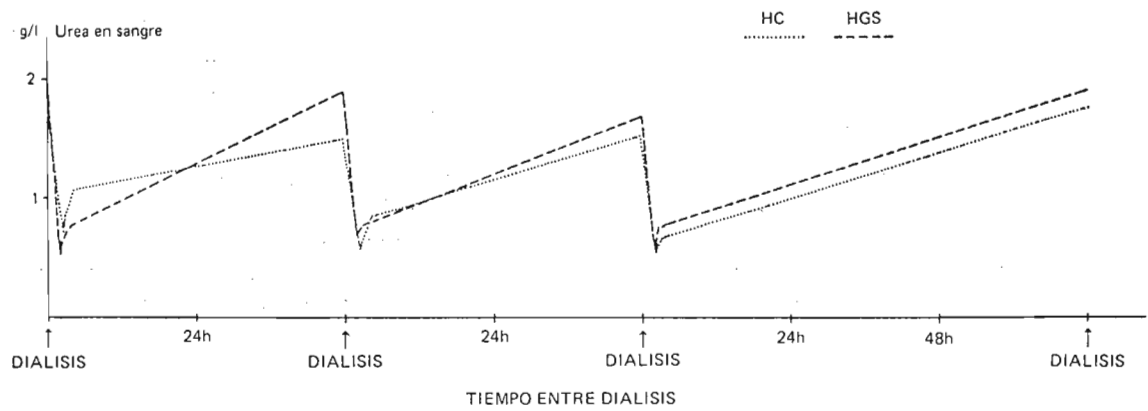


Fig. 8. Ascenso semanal de urea sanguínea en el programa I.

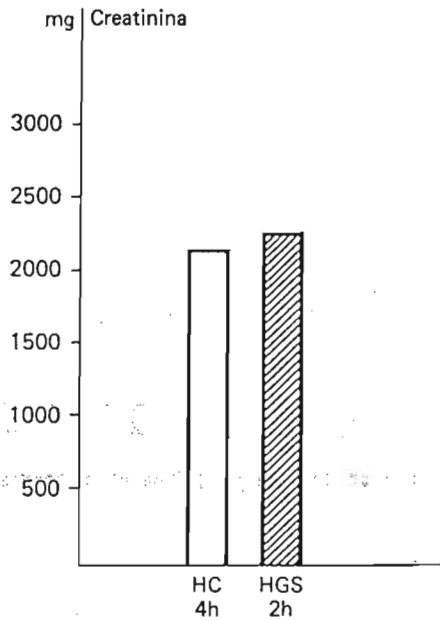


Fig. 9. Extracción total de creatinina en el programa I.

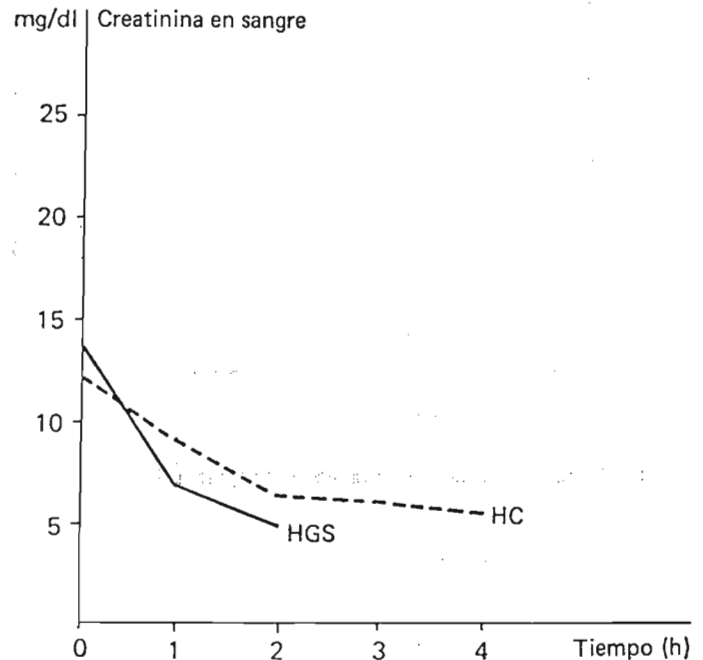


Fig. 10. Descenso de creatinina sanguínea en el programa I.

líticos es muy similar en ambos casos (fig. 8).

La figura 9 nos muestra la cantidad total de creatinina que podemos extraer en 2 horas con nuestro dispositivo, en comparación con la extraída en 4 horas en hemodiálisis convencional. Como podemos observar, la extracción es muy similar.

En la figura 10 vemos que con la creatinina sucede lo mismo que con la urea: que el descenso sanguíneo es también igual con ambas técnicas, pero conseguido en la mitad de tiempo con la hemodiálisis de gran superficie, y que los «rebounds» inmediatos (fig. 11) y tardíos (fig. 12) son similares.

Esta gran superficie de contacto entre sangre y líquido de diálisis daba lugar a intercambios

muy rápidos. Éstos, desde el punto de vista práctico, se manifestaban en dos aspectos con consecuencias para el estado general del enfermo:

1.º Usando un dializado de acetato se producía un rápido ingreso de grandes cantidades del mismo que rebasaban las posibilidades de metabolización, con la consiguiente elevación de los valores sanguíneos.

La tabla III muestra la comparación de los niveles de acetato en la sangre con un tipo y otro de diálisis. Vemos que con la HGS se alcanzan niveles de hasta casi 5 mg, que son mal tolerados por el enfermo que presenta dolor epigástrico, sensación de vacío, náuseas, mareo, vómitos e hipotensión.

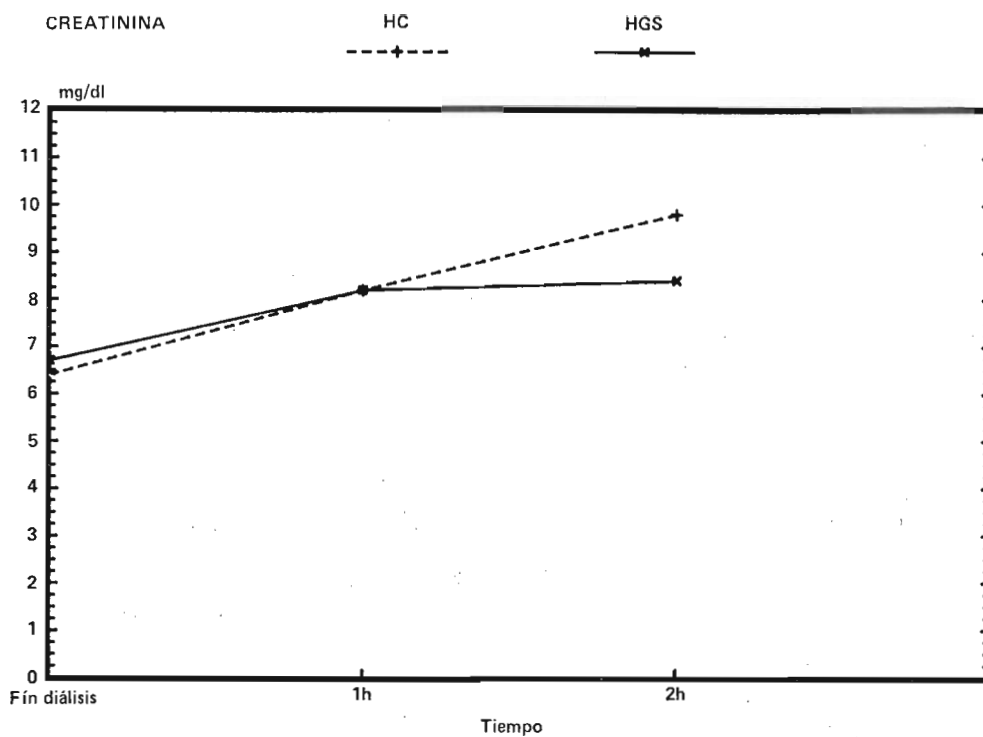


Fig. 11. Ascenso inmediato de creatinina.

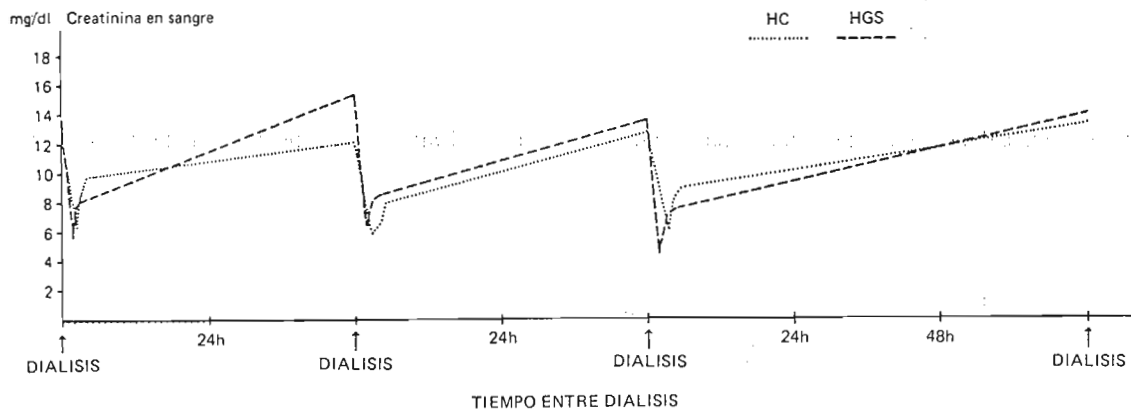


Fig. 12. Ascenso semanal de creatinina sanguínea en el programa I.

TABLA III

Valores de acetato en sangre (mmol/l)

	HC (4 horas)	HGS (2 horas)
Pre-diálisis	0,032	0,030
Post-diálisis con acetato	2,965	4,933
Post-diálisis con bicarbonato	0,020	0,106

Por todo lo anterior, con hemodiálisis de gran superficie hemos de utilizar siempre líquido de diálisis con bicarbonato.

2.º Hemos observado también que el intercambio de potasio es muy rápido, por lo que también da lugar a un cierto discomfort muscular, que no se produce cuando mantenemos el nivel de potasio en el líquido de diálisis a 2,5 mEq/l, cifra que creemos debe ser mantenida en estos enfermos. Con ello y un adecuado

uso de resinas absorbentes del potasio, no hemos observado ningún aumento excesivo del potasio en los períodos interdiálisis. La diferencia de dosis de resinas promedio ha sido de 3,76 a 4,62 cucharadas/día.

Cuidamos de que el sodio se mantenga a un nivel de 138 mEq/l, pues los descensos producidos por un nivel más bajo, sobre todo si van unidos a los del potasio, ocasionan discomfort muscular y calambres.

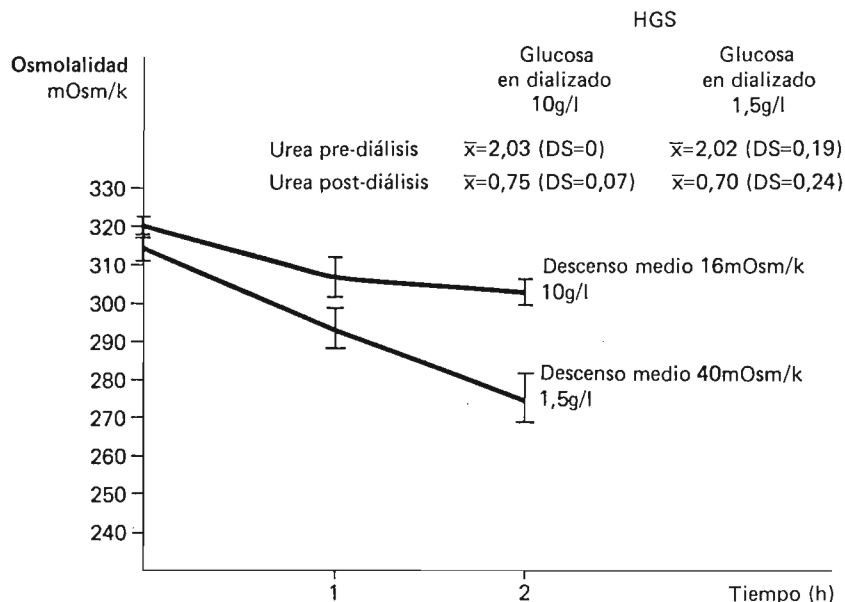


Fig. 13. Comparación del descenso de osmolalidad durante la diálisis utilizando baño de glucosa de 1,5 y 10 g/l.

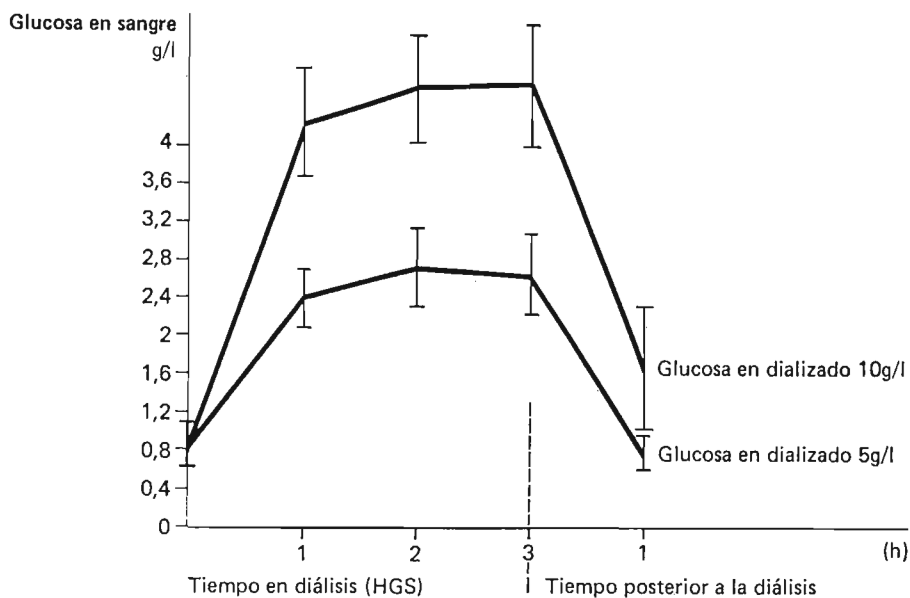


Fig. 14. Curvas de glucemia con líquido de diálisis de 5 y 10 g de glucosa.

El descenso de osmolalidad es también rápido e intenso con la diálisis de gran superficie, produciendo dolor de cabeza y síntomas neurológicos de desorientación.

Para evitarlo, hemos aumentado la concentración de glucosa en el líquido de diálisis: 5 o 10 g/l, en lugar de 1,5 g/l del dializado que utilizamos en diálisis convencional. La figura 13 nos muestra los descensos de osmolalidad producidos en una diálisis con líquido de 1,5 g de glucosa y una diálisis con un contenido de 10 g de glucosa. Vemos cómo el descenso se reduce de 40 mOsm a 16, con lo que se evitan las molestias. El empleo de 5 o 10 g depende de la intensidad de las molestias: cefalea, etc.

Naturalmente, estos dializados dan lugar a situaciones de hiperglucemia en relación con la concentración de glucosa de los líquidos.

La figura 14 nos muestra la curva media de estas hiperglucemias con 5 y 10 g en el líquido de diálisis, con sus desviaciones estándar, que nos indica que los ascensos son bastante variables de un enfermo a otro. Y lo son incluso con el mismo enfermo según los días.

Como vemos, entre 1 y 2 horas después de la sesión de hemodiálisis la glucosa vuelve a su nivel normal, produciéndose a veces un ligero descenso por debajo de los niveles fisiológicos, que a veces puede dar lugar a molestias de tipo

hipoglucemia. Para evitarlo, a los enfermos en los que se emplean estos baños, se les suministra una ligera comida de 130 g de hidratos de carbono fácilmente absorbibles, inmediatamente después de la diálisis.

Las figuras 15 y 16, muestran las variaciones de glucemia a lo largo de 24 horas, en un caso sin ingesta y en otro con ingesta.

Hemos calculado la absorción total de glucosa, que viene a ser para concentrados de 5 g/l en HGS unos 50 g por hora y con un concentrado de 10 g, unos 100 g por hora. O sea, un suministro semanal, en el caso de concentrado de 10 g, de 600 g de glucosa.

Con estos grandes ingresos de glucosa, podría pensarse que darían lugar a aumentos de peso o a alteraciones del estado lipídico. En la tabla IV, se indican las variaciones de peso y del esquema lipídico, que, como vemos, no son significativas.

Mediante estos cambios de baños hemos podido hacer desaparecer todas las molestias subjetivas de una diálisis tan rápida.

Respecto a la heparinización, la tabla V nos muestra las diferencias entre la cantidad de heparina en HC y HGS. Como vemos, el incremento es muy pequeño y la cantidad total empleada por diálisis en HGS es un 34,4 % menor que la empleada en HC.

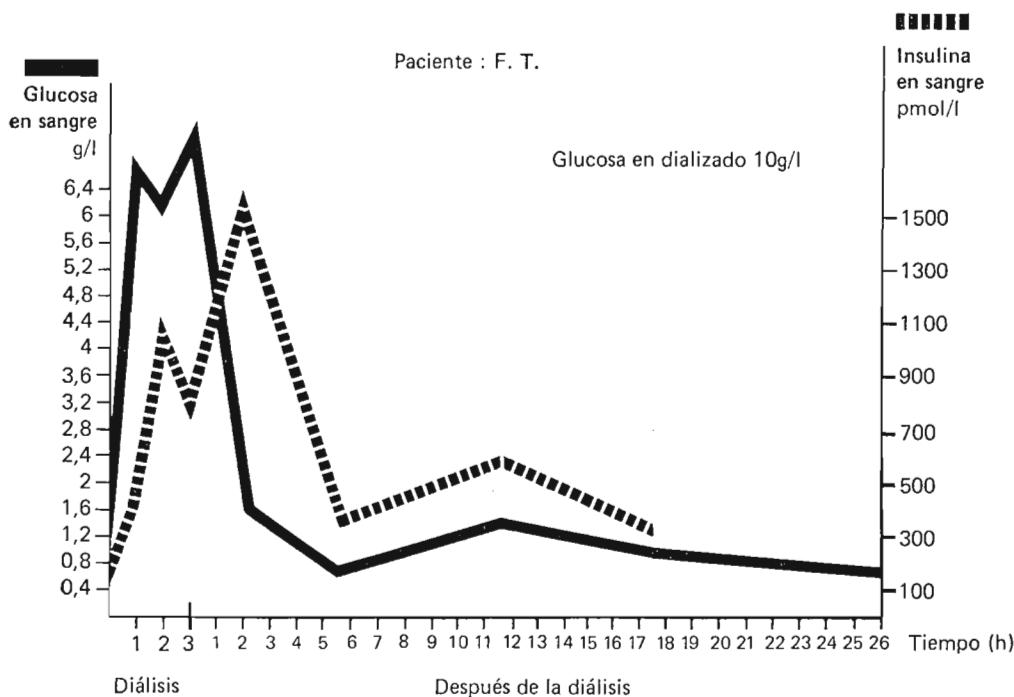


Fig 15. Evolución de la glucosa y de la insulina durante 24 h en un paciente en ayunas que ha sido dializado con líquido de diálisis de 10 g/l de glucosa.

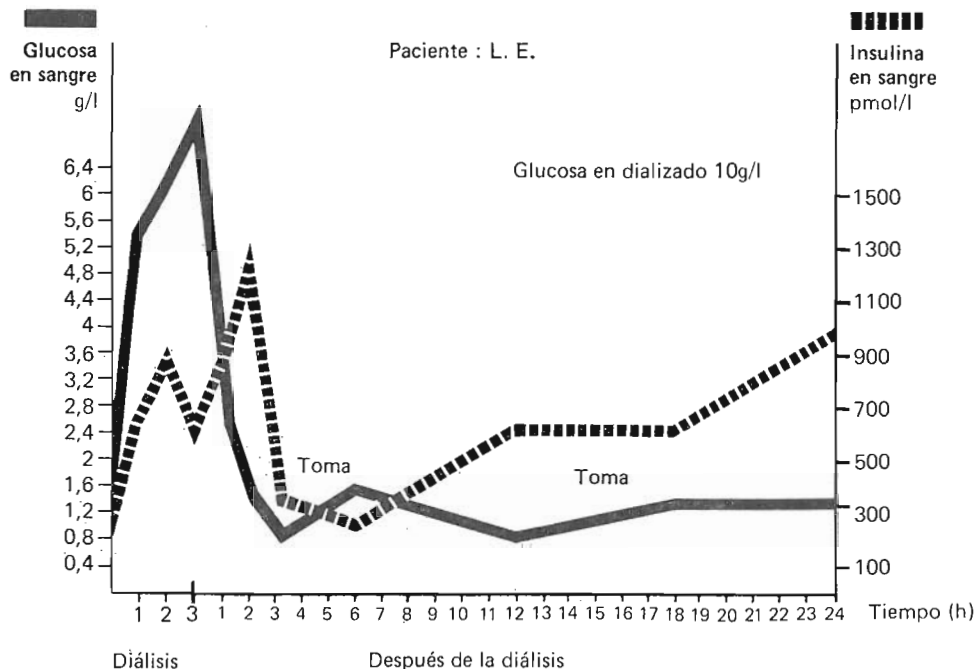


Fig. 16. Evolución de la glucosa y de la insulina durante 24 h en un paciente con su ingesta habitual que ha sido dializado con líquido de diálisis de 10 g/l de glucosa.

TABLA IV

Variaciones de peso y del esquema lipídico de 14 pacientes después de haber usado durante 1 año líquido de diálisis rico en glucosa

	Concentraciones de glucosa en el dializado (5 g/l) (n = 10)		Significación estadística	Concentraciones de glucosa en el dializado (10 g/l) (n = 3)		Significación estadística
	HC	HGS		HC	HGS	
Peso (Kg)	61,30 (DS= 3,86)	60,15 (DS= 3,63)	S	63,00 (DS= 8,25)	62,30 (DS= 9,56)	Datos insuficientes
Lípidos totales	5,10 (DS= 1,09)	4,53 (DS= 0,92)	S	4,60 (DS= 0,08)	5,18 (DS= 0,78)	
Triglicéridos (mg/dl)	157,15 (DS=55,06)	145,70 (DS=44,20)	NS	162,33 (DS=15,40)	182,70 (DS=75,03)	
Colesterol (g/l)	1,78 (DS= 0,45)	1,50 (DS= 0,31)	S	2,13 (DS= 0,61)	1,56 (DS= 0,04)	
Colesterol-HDL (g/l)	0,37 (DS= 0,06)	0,33 (DS= 0,08)	NS	0,32 (DS= 0,02)	0,34 (DS= 0,04)	

TABLA V

Promedio de heparinización de los 25 pacientes a lo largo de su año en HC y en HGS. (El tiempo de coagulación mantenido con ambas técnicas fue de 40 minutos aproximadamente)

	HC	HGS	Diferencia
Heparina inicial (mg)	19,3 (DS = 9,8)	22,4 (DS = 9)	+ 3 (15,9 %)
Heparina horaria (mg)	15,9 (DS = 9,8)	16 (DS = 3,8)	+ 0,1 (0,6 %)
Después de 2 horas (mg) (Tiempo total en HGS)	51,1 (DS = 22,7)	54,6 (DS = 12,6)	+ 3,5 (6,4 %)
Después de 4 horas (mg) (Tiempo total en HC)	82,9 (DS = 41,4)	—	— 28,3 (34,3 %)

Selección de los enfermos

Programa I

Escogimos 25 enfermos que llevaran al menos 2 años en diálisis convencional para que fueran perfectamente conocidos y con fístulas maduras. El criterio de selección se reseña en la tabla VI.

En la tabla VII, se indican las características de estos enfermos. Como vemos, hemos elegido enfermos de diferentes edades, pesos, estaturas y superficie corporal, con objeto de comprobar

la eficacia de la diálisis en diferentes circunstancias individuales.

Estos enfermos fueron puestos en un programa de 2 horas tres veces por semana. Los resultados después de 1 año se muestran en la tabla VIII. En ella, se han calculado los valores medios a lo largo del último año de los enfermos que estuvieron en diálisis convencional y los que estuvieron en este programa.

Podemos ver que no hay diferencias estadísticamente significativas en los valores pre-diálisis y que los post-diálisis son ligeramente menores con nuestro método de gran superficie para ambos productos.

TABLA VI

**Condiciones para el programa I
3 días, 2 horas**

Fístula capaz de dar 500 ml/min de flujo.
Pacientes cuya ganancia media de peso por 48 horas no sea superior a 2,5 kg.
No presenten: — diabetes
— enfermedades sistémicas
— insuficiencia cardíaca
— cardiopatía isquémica

TABLA VII

**Características de los enfermos en el programa I
(HGS)
(2 horas/3 días/semana)**

Pacientes.	25
Sexo	10 hembras, 15 varones
Edad	24-69 años
Peso	51-81,50 kg
Talla	1,50-179 m
Superficie corporal	1,45-1,88 m ²
Diuresis	{ 20 enfermos entre gotas-250 ml 5 enfermos entre 250 -800 ml
Función residual (C _{cr})	{ 20 enfermos tenían menos de 0,5 ml/min 5 enfermos tenían entre 0,5-4,5 ml/min

TABLA VIII

Valores medios de 25 pacientes con 1 año en cada método

	HC	HGS Programa I (2 h/3 días/sem.)	Significación estadística (Test T Wilcoxon)
Urea pre-diálisis (g/l)	1,86 (DS = 0,04)	1,79 (DS = 0,27)	NS
Urea post-diálisis (g/l)	0,68 (DS = 0,14)	0,63 (DS = 0,13)	S
Creatinina pre-diálisis (mg/dl)	14,92 (DS = 2,23)	15,34 (DS = 2,26)	NS
Creatinina post-diálisis (mg/dl)	6,13 (DS = 2,47)	5,42 (DS = 1,27)	S

En la tabla IX, reseñamos la variación de los valores de calcio, fósforo, fosfatasas alcalinas y PTH en estos enfermos en los que se mantuvo un nivel fijo de toma de calcio y absorbentes del fósforo durante todo el año. Ninguno de estos enfermos recibió vitamina D.

Como vemos, únicamente se ha observado un ligero aumento de PTH de poca significación después de 1 año.

Tampoco se han observado diferencias radiológicas significativas.

Con objeto de controlar la repercusión sobre el sistema nervioso, se han medido además de las habituales, la velocidad de conducción nerviosa

y trazados electroencefalográficos para los que se han seleccionado el valor del ritmo α y los potenciales evocados de tronco-cerebral auditivos y visuales, que actualmente consideramos un índice más sensible de la situación del sistema nervioso, y medida indirecta de la depuración de medianas moléculas. Como vemos en la tabla X, no se han presentado diferencias significativas después de 1 año en diálisis de gran superficie.

Los niveles de ácido úrico y elementos formes de la sangre han sido similares en ambos períodos.

TABLA IX

Metabolismo fosfocálcico: Valores medios de 25 pacientes con 1 año en cada método

	HC	HGS Programa I (2 h/3 días/sem.)	Significación estadística (Test T Wilcoxon)
Calcio (mg/dl)	9,93 (DS = 0,53)	10,10 (DS = 0,64)	NS
Fosfatos (mg/dl)	5,88 (DS = 1,31)	5,53 (DS = 1,19)	NS
Fosfatasas alcalinas (U/l)	67,78 (DS = 34,08)	70,82 (DS = 43,83)	NS
PTH (μ g/l)	6,02 (DS = 3,87)	8,38 (DS = 3,70)	S

Toma constante de CO_3Ca y de $\text{Al}(\text{OH})_3$

TABLA X

Situación neurológica: valoraciones de velocidades de conducción periférica sensitiva y motora. Frecuencias medias del EEG y latencias de PEV y PEATC en el grupo de pacientes con intervalos de diálisis correspondientes a 3 días por semana por 2 horas de duración

	HC	HGS Programa I (2 h/3 días/sem.)	Significación estadística (T Wilcoxon, excepto si se especifica)
VCN			
— Sensitiva (m/sec)	45,44 (DS = 4,43)	44,50 (DS = 6,62)	NS
— Motora (m/sec)	44,08 (DS = 5,23)	44,91 (DS = 4,59)	NS
EEG (Hz)	8,53 (DS = 1,49)	8,88 (DS = 1,45)	NS (test binomial)
PEV-IV (msec)	98,18 (DS = 12,23)	95,06 (DS = 8,46)	NS
PEATC (msec)			
— Oído izquierdo	I-III 2,31 (DS = 0,27)	2,18 (DS = 0,38)	NS (t de Student)
	III-V 1,94 (DS = 0,35)	1,89 (DS = 0,24)	NS (t de Student)
— Oído derecho	I-III 2,17 (DS = 0,23)	2,05 (DS = 0,22)	NS (t de Student)
	III-V 1,95 (DS = 0,26)	2,03 (DS = 0,40)	NS (t de Student)

Programa II

En vista de los buenos resultados obtenidos con el método, pensamos que sería probable plantear otra distribución de los horarios de diálisis que permitieran prescindir de una diálisis por semana dializando 3 horas dos veces por semana.

Elegimos un grupo de 10 enfermos, con los criterios de selección que se expresan en la tabla XI y cuyas características se indican en la

tabla XII. Como vemos, la función residual es despreciable y las diferencias de edad, peso y tamaño considerables.

En la tabla XIII, presentamos los valores medios de urea y creatinina pre- y post-diálisis en estos 10 enfermos durante 1 año con cada método. Como vemos, no hay diferencias significativas en los valores pre-diálisis, siendo los valores post-diálisis ligeramente menores en la HGS.

TABLA XI

**Condiciones para el programa II
2 días, 3 horas**

Fístula capaz de dar 500 ml/min de flujo.

Pacientes cuya ganancia media de peso por 72 horas no sea superior a 3 kg.

No presenten: — diabetes
 — enfermedades sistémicas
 — insuficiencia cardíaca
 — cardiopatía isquémica
 — alteraciones hepáticas

TABLA XII

**Características de los enfermos en el programa II
(HGS)
(3 horas/2 días/semana)**

Pacientes	10
Sexo	4 hembras, 6 varones
Edad	23-55 años
Peso	56,50-71 kg
Talla	1,55-1,68 m
Superficie corporal	1,62-1,87 m ²
Diuresis	{ 8 enfermos entre 0-250 ml 2 enfermos entre 250-800 ml
Función residual (C _{cr})	{ 7 enfermos tenían menos de 0,5 ml/min 3 enfermos tenían entre 0,5-4,5 ml/min

TABLA XIII

Valores medios de 10 pacientes con 1 año en cada método

	HC	HGS Programa II (3 h/2 días/sem.)	Significación estadística (Test T Wilcoxon)
Urea pre-diálisis (g/l)	1,92 (DS = 0,20)	1,92 (DS = 0,05)	NS
Urea post-diálisis (g/l)	0,73 (DS = 0,11)	0,51 (DS = 0,06)	S
Creatinina pre-diálisis (mg/dl)	15,90 (DS = 2,18)	16,83 (DS = 2,67)	S
Creatinina post-diálisis (mg/dl)	6,44 (DS = 0,96)	4,78 (DS = 0,85)	S

La tabla XIV nos indica cómo no se han presentado diferencias significativas en el metabolismo del calcio/fósforo, salvo un ligero aumento de la PTH después de 1 año en HGS.

Para controlar la eficacia de la diálisis de moléculas medianas, hemos seleccionado no sólo el estudio de la velocidad de conducción y el electroencefalograma, sino también los potenciales evocados visuales y acústicos de tronco-cerebral, que recientemente se consideran como índices más sensibles de las alteraciones del sistema nervioso.

La tabla XV muestra los resultados obtenidos, en los que como podemos ver no se han encontrado diferencias significativas.

El estudio de todos estos parámetros nos indica, junto con el estado general y la similitud de otros parámetros, que los resultados del empleo de la HGS en el programa II (3 horas/2 días/semana) son los mismos que los de la hemodiálisis convencional, con la ventaja de que se evitan 52 diálisis y 104 traslados al año, y el coste total anual se rebaja en alrededor de unas 400.000 pesetas.

TABLA XIV

Metabolismo fosfocálcico: Valores medios de 10 pacientes con 1 año en cada método

	HC	HGS Programa II (3 h/2 días/sem.)	Significación estadística (Test T Wilcoxon)
Calcio (mg/dl)	10,05 (DS = 0,45)	10,17 (DS = 0,79)	NS
Fosfatos (mg/dl)	6,19 (DS = 1,78)	5,47 (DS = 1,57)	NS
Fosfatasas alcalinas (U/l)	53,03 (DS = 19,32)	52,48 (DS = 21,81)	NS
PTH (µg/l)	7,08 (DS = 2,14)	8,94 (DS = 4,29)	NS

Toma constante de Co_3Ca y de $\text{Al}(\text{OH})_3$

TABLA XV

Situación neurológica: Valoraciones de velocidades de conducción periférica sensitiva y motora. Frecuencias medias del EEG y latencias de PEV y PEATC en el grupo de pacientes con intervalos de diálisis correspondientes a 2 días por semana por 3 horas de duración

	HC	HGS Programa II (3 h/2 días/sem.)	Significación estadística (T Wilcoxon, excepto si se especifica)
VCN			
— Sensitiva (m/sec)	45,02 (DS = 3,72)	43,66 (DS = 4,63)	NS
— Motora (m/sec)	44,17 (DS = 4,82)	43,23 (DS = 3,84)	NS
EEG	9,50 (DS = 1,63)	9,57 (DS = 1,05)	NS (test binomial)
PEV - IV (msec)	94,76 (DS = 7,42)	95,28 (DS = 10,32)	NS
PEATC (msec)			
— Oído izquierdo	I-III 2,32 (DS = 0,19)	2,32 (DS = 0,32)	NS (t de Student)
	III-V 1,99 (DS = 0,34)	1,90 (DS = 0,24)	NS (t de Student)
— Oído derecho	I-III 2,25 (DS = 0,26)	2,29 (DS = 0,30)	NS (t de Student)
	III-V 1,84 (DS = 0,29)	1,90 (DS = 0,19)	NS (t de Student)

Programa III

La obtención de estos buenos resultados nos animó a intentar un paso más y realizar las 6 horas por semana en un solo día, instituyendo un programa III de HGS de 6 horas/1 día/semana.

Se seleccionaron 6 enfermos que cumplieran las condiciones que se expresan en la tabla XVI y cuyas características se indican en la tabla XVII.

En ellas, la tolerancia del clearance ha sido algo mayor por el problema de la retención acuosa, muy difícil de resolver si no hay una cierta diuresis.

En estos enfermos, el intervalo entre diálisis pasa de 48 o 72 horas a 168 horas.

En la tabla XVIII, mostramos los resultados del catabolismo proteico después de 1 año en cada método. Sorprendentemente, los valores pre-diálisis de creatinina no presentan diferen-

TABLA XVI

**Condiciones para el programa III
1 día, 6 horas**

Fístula capaz de dar 500 ml/min de flujo.

Pacientes cuya ganancia media de peso por 6 días no sea superior a 4 kg.

No presenten: — diabetes
— enfermedades sistémicas
— insuficiencia cardíaca
— cardiopatía isquémica
— alteraciones hepáticas

Con la administración de 360 mg de furosemida, alcancen una diuresis superior a 500 ml/día.

TABLA XVII

**Características de los enfermos en el programa III
(HGS)
(6 horas/1 día/semana)**

Pacientes	6
Sexo	3 hembras, 3 varones
Edad	25-66 años
Peso	52-69 kg
Talla	1,52-1,77 m
Superficie corporal	1,46-1,87 m ²
Diuresis	{ 3 enfermos entre 0- 100 ml 3 enfermos entre 100-1.000 ml
Función residual (C _{cr})	{ 3 enfermos tenían menos de 0,5 ml/min 1 enfermo tenía entre 0,5-4,5 ml/min 2 enfermos tenían entre 4,5-7 ml/min

TABLA XVIII

Valores medios de 6 pacientes con 1 año en cada método

	HC	HGS Programa III (6 h/1 día/sem.)	Significación estadística (Test T Wilcoxon y test de los signos)
Urea pre-diálisis (g/l)	1,87 (DS = 0,29)	2,18 (DS = 0,31)	S
Urea post-diálisis (g/l)	0,69 (DS = 0,16)	0,30 (DS = 0,55)	S
Creatinina pre-diálisis (mg/dl)	14,40 (DS = 1,49)	15,71 (DS = 2,67)	NS
Creatinina post-diálisis (mg/dl)	6,11 (DS = 1,24)	3,07 (DS = 0,68)	S

cias significativas. Los de urea sí, pero el aumento después de 7 días sin diálisis es solamente 0,30 g de valor medio.

Los valores finales son notablemente más bajos que en la diálisis convencional para urea y creatinina, pero era lógico esperar esto después de una hemodiálisis de 6 horas con 5 m² de superficie.

La situación del metabolismo fosfocálcico se

expresa en la tabla XIX y vemos que no hay variación.

La situación neurológica, que exponemos en la tabla XX, no presenta tampoco diferencias estadísticamente significativas.

Estos resultados globales son extraordinariamente sorprendentes y vamos a analizarlos a continuación.

En la figura 17, mostramos los descensos de

TABLA XIX

Metabolismo fosfocálcico: Valores medios de 6 pacientes con 1 año en cada método

	HC	HGS Programa III (6 h/1 día/sem.)	Significación estadística (Test T Wilcoxon y test de los signos)
Calcio (mg/dl)	10,24 (DS = 0,74)	10,57 (DS = 1,10)	NS
Fosfatos (mg/dl)	5,99 (DS = 1,13)	5,79 (DS = 1,95)	NS
Fosfatasas alcalinas (U/l)	56,49 (DS = 17,49)	62,11 (DS = 26,59)	NS
PTH (µg/l)	3,50 (DS = 1,42)	4,54 (DS = 1,47)	NS

Toma constante de CO₃Ca y de Al(OH)₃

TABLA XX

Situación neurológica: Valoraciones de velocidades de conducción periférica sensitiva y motora. Frecuencias medias del EEG y latencias de PEV y PEATC en el grupo de pacientes con intervalos de diálisis correspondientes a 1 día por semana por 6 horas de duración

	HC	HGS Programa III (6 h/1 día/sem.)	Significación estadística (T Wilcoxon, excepto si se especifica)
VCN			
— Sensitiva (m/sec)	46,40 (DS = 5,81)	48,48 (DS = 4,55)	NS
— Motora (m/sec)	45,12 (DS = 6,48)	42,59 (DS = 5,22)	NS
EEG (Hz)	9,83 (DS = 1,07)	10,17 (DS = 0,90)	NS (test binomial)
PEV - IV (msec)	91 (DS = 5,63)	90,67 (DS = 7,45)	NS
PEATC (msec)			
— Oído izquierdo I-III	2,23 (DS = 0,19)	2,30 (DS = 0,12)	NS (t de Student)
III-V	1,98 (DS = 0,13)	1,95 (DS = 0,11)	NS (t de Student)
— Oído derecho I-III	2,22 (DS = 0,28)	2,30 (DS = 0,06)	NS (t de Student)
III-V	1,95 (DS = 0,20)	1,95 (DS = 0,17)	NS (t de Student)

urea a lo largo de una sesión de 6 horas con gran superficie, en comparación a los que se dan en la diálisis convencional.

En la figura 18, presentamos los ascensos inmediatos con ambos tipos de diálisis que vemos son semejantes, cosa sorprendente, ya que sería lógico pensar que el vaciado del espacio

extracelular ha sido muy brusco y quizá parecía no haber tenido tiempo de vaciarse el espacio intracelular en una proporción semejante a la de la diálisis convencional, con lo que hubiera habido un aumento rápido en las primeras horas al haber un gradiente mayor entre ambos espacios.

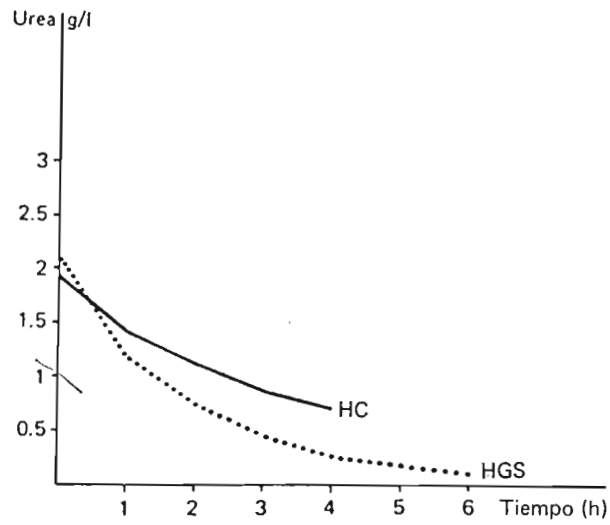


Fig. 17. Descenso de urea en el programa III.

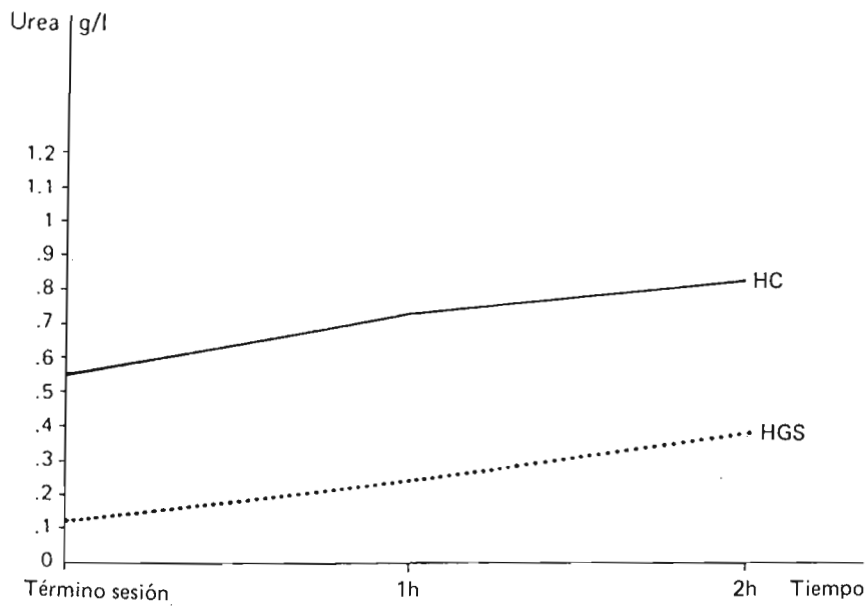


Fig. 18. Ascenso inmediato de urea con ambos métodos.

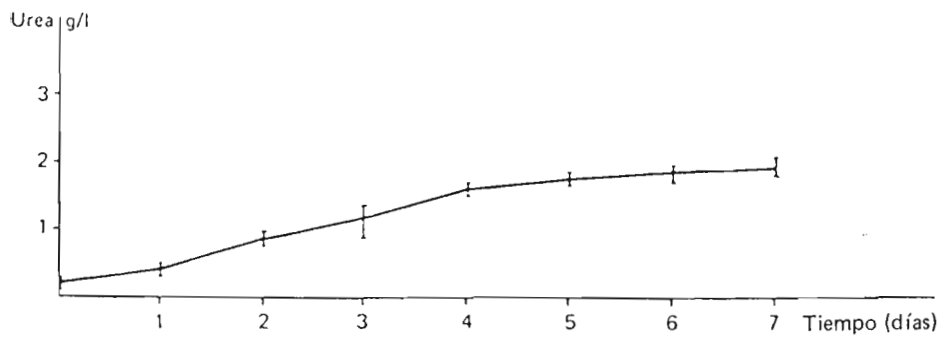


Fig. 19. Ascenso semanal de urea en el programa III.

La figura 19 muestra los ascensos a lo largo de la semana: vemos que en los intervalos de la diálisis de gran superficie en la programación III, el ascenso ureico al principio es igual al de la diálisis convencional.

Después, a partir del tercer o cuarto día se lentifica el ascenso, estableciendo una especie de plato que se mantiene hasta el séptimo día.

Este tipo de curva se repite al cabo del tiempo en todos los pacientes; sin embargo, en algunos casos, durante la primera y segunda semanas algunos valores pre-diálisis son más elevados, para luego disminuir en las sucesivas semanas (fig. 20).

Las figuras 21, 22, 23 y 24 muestran que sucede lo mismo con la creatinina.

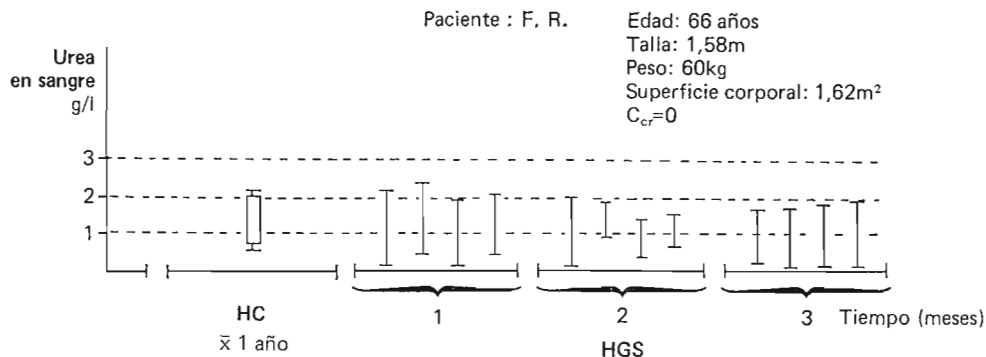


Fig. 20. Promedio anual en HC y valores obtenidos durante los primeros 3 meses en HGS en un paciente de las características mencionadas.

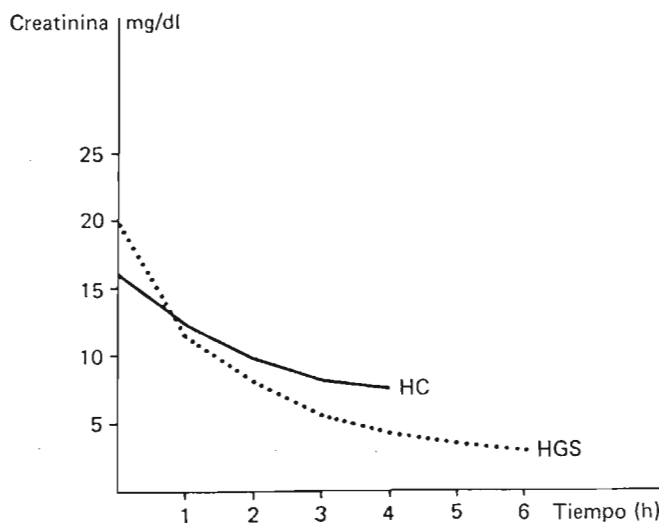


Fig. 21. Descenso de creatinina con ambos métodos.

Buscando explicación a esta situación inesperada, medimos la cantidad de urea extraída en una diálisis de 6 horas con gran superficie y la comparamos con la totalidad traída por el enfermo, calculada partiendo de la hipótesis que la concentración de urea en situación de equilibrio (es decir, fuera de la diálisis) es igual en los espacios extra- e intracelular (fig. 25).

Multiplicamos, pues, concentración de urea por contenido acuoso del enfermo, medido por agua titulada, obteniendo así los gramos de urea total presente en el organismo al iniciar la diálisis.

Recogimos la totalidad del líquido de diálisis y determinamos su contenido de urea y pudimos ver con sorpresa que es mayor que el traído por el enfermo, sumando además la urea que queda en el enfermo calculada por defecto, ya que admitimos como cifra el producto de concentración por agua total y es evidente que el agua intracelular retiene en el momento final de la diálisis una mayor concentración de urea, ya que no han tenido tiempo de equilibrarse ambos espacios. Por ello, el contenido de urea que decimos queda en el enfermo es indudablemente menos que el real. Por todo ello, no queda duda

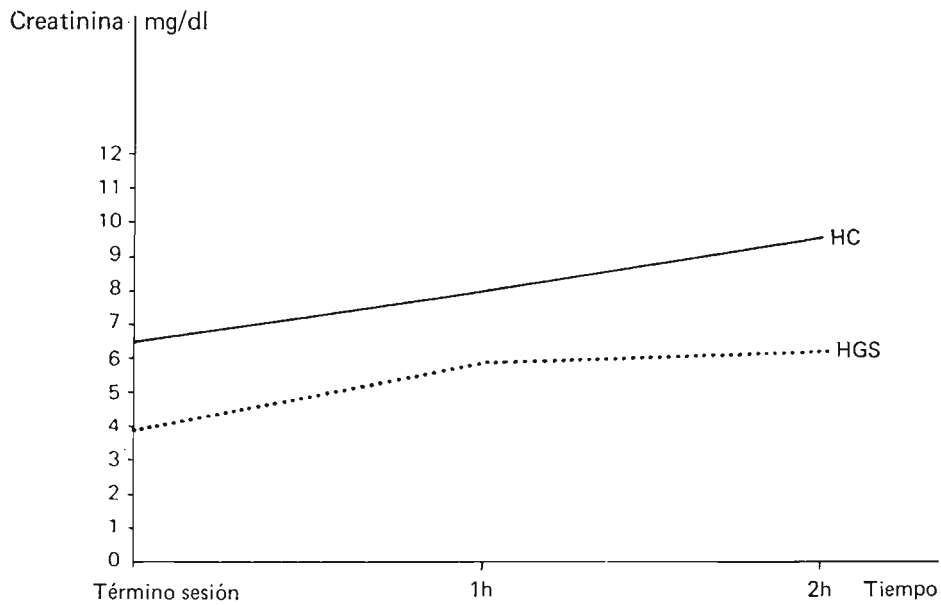


Fig. 22. Ascenso inmediato de creatinina con ambos métodos.

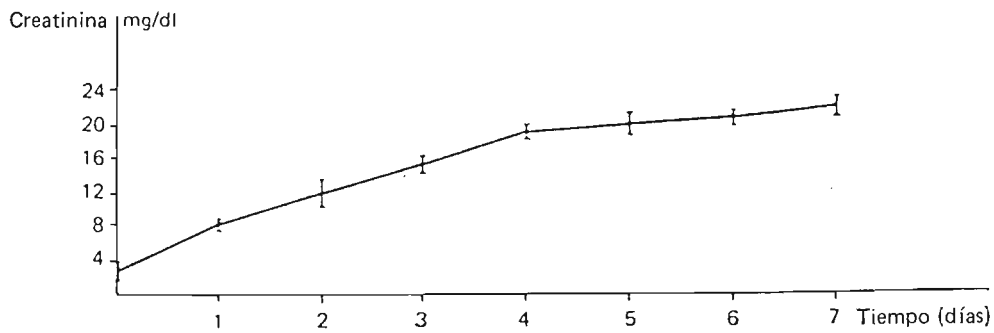


Fig. 23. Ascenso semanal de creatinina en el programa III.

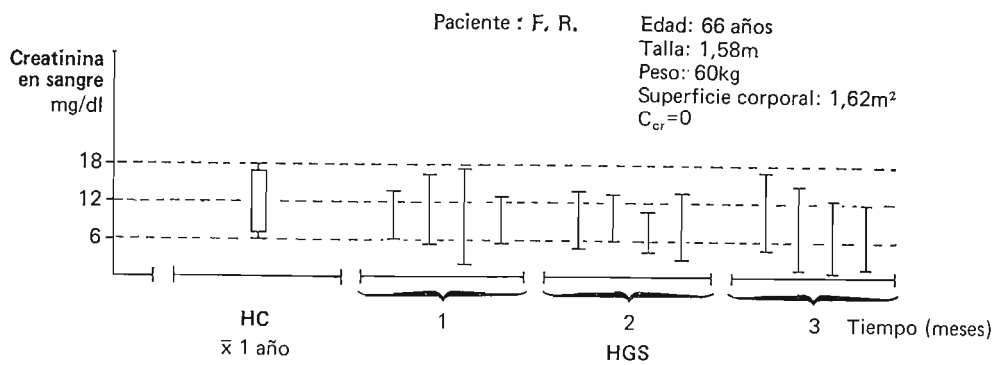


Fig. 24. Promedio anual en HC y valores obtenidos durante los primeros 3 meses en HGS en un paciente de las características mencionadas.

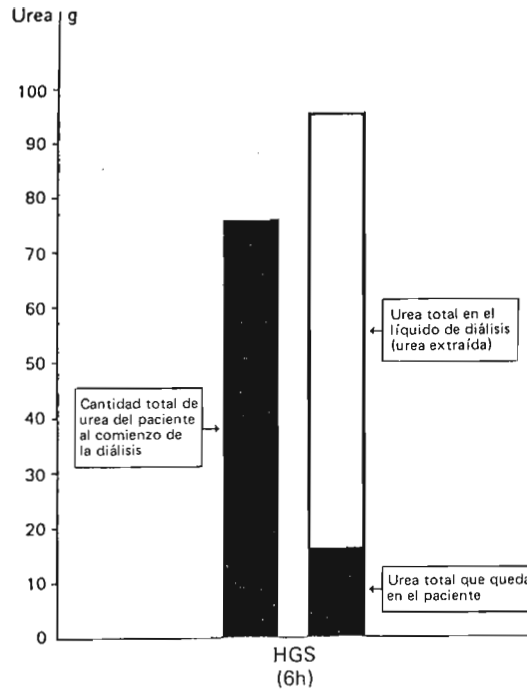


Fig. 25. Urea total extraída en una diálisis de 6 horas con HGS.

de que durante la diálisis se han generado en el paciente un número de gramos de urea algo superior a la diferencia entre la que el enfermo trae, la extraída en cuba más la que queda en el enfermo (que ya hemos dicho está calculada por defecto: nuestra experiencia demuestra que este defecto es alrededor de 5 g).

¿De dónde se genera esta urea? Y ¿por qué el ascenso interdiálisis no se produce en la misma cuantía ni al mismo ritmo que en la diálisis convencional? Son las dos preguntas fisiopatológicas que se presentan ante nosotros. Para responderlas, hemos elaborado una hipótesis, cuya demostración tenemos en estudio y esperamos poder publicar en breve.

Bibliografía

1. Parsons, F. M.; Hobson, S. M.; Blagg, C. R.; McCracken, B. H.: Optimum time for dialysis in acute reversible renal failure: description and value of an improved dialyzer with large surface area. *Lancet*, i: 129, 1961.
2. Daugirdas, J. T.; Ing, T. S.; Humayn, H. H.; Weber, D. S.; Chen, W. T.; Ghandhi, V. C.; Reid, R. R.; Hano, J. E.: Two-hour, high-surface-area hemodialysis: a feasibility study. *Int. J. Artif. Organs*, 4: 13, 1981.
3. Von Albetini, B.; Miller, J. H.; Gardner, P. W.; Shinaberger, J. H.: High-flux hemodiafiltration: under six hours/week treatment. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 30: 227, 1984.
4. Miller, J. H.; Von Albetini, B.; Gardner, P. W.; Shinaberger, J. H.: Technical aspects of high-flux hemodiafiltration for adequate short (under 2 hours) treatment. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 30: 377, 1984.