



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA, DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO**

**INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHÁVEZ"**

**TESIS**

**Efecto de la superficie de membrana y coeficiente de ultrafiltración en el  
aclaramiento de albúmina, urea, fósforo y ácido úrico en**

**Hemodiafiltración crónica en línea**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN NEFROLOGÍA**

**PRESENTA:**

**Dra. Pamela Vázquez Gutiérrez**

**Ciudad de México, Febrero 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO FACULTAD DE MEDICINA

**INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHÁVEZ"**

TESIS DE TITULACIÓN NEFROLOGÍA

**TÍTULO:**

**Efecto de la superficie de membrana y coeficiente de ultrafiltración en el aclaramiento de albúmina, urea, fósforo y ácido úrico en Hemodiafiltración crónica en línea**

**PRESENTA:**

DRA. PAMELA VÁZQUEZ GUTIÉRREZ

RESIDENTE DE LA ESPECIALIDAD EN NEFROLOGÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE  
CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ

**JEFE DE SERVICIO DE NEFROLOGÍA**

DRA. MAGDALENA MADERO RÓVALO

**DIRECTOR DE ENSEÑANZA**

DR. JOSÉ FERNANDO GUADALAJARA BOO

**ASESOR DE TESIS:**

DR. HÉCTOR ALEJANDRO PÉREZ- GROVAS GARZA



MÉXICO, D.F. FEBRERO 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO  
CHÁVEZ

TESIS:

**Efecto de la superficie de membrana y coeficiente de ultrafiltración en el  
aclaramiento de albúmina, urea, fósforo y ácido úrico en Hemodiafiltración crónica  
en línea**

Jefe del servicio de Nefrología del Instituto Nacional de Cardiología:

---

**Dra. Magdalena Madero Róvalo**

Director de Enseñanza del Instituto Nacional de Cardiología:

---

**Dr. José Fernando Guadalajara Boo**

Tutor de tesis:

---

**Dr. Héctor Alejandro Pérez Grovas Garza**

Tesista:

---

**Dra. Pamela Vázquez Gutiérrez**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposo por la confianza y apoyo

A mis padres por su apoyo

## **ABREVIATURAS:**

HDF: Hemodiafiltración

QUF: Coeficiente de ultrafiltración

PTM: Presión transmembrana

QS: Flujo sanguíneo

QD: Flujo dializante

UF: Ultrafiltración

## **INDICE:**

Resumen

Marco teórico

Justificación

Pregunta de investigación

Hipótesis

Objetivos

Pacientes

Métodos

Resultados

Discusión

Conclusiones

Definiciones operacionales

Bibliografía

## Resumen

La hemodiafiltración se ha relacionado con menor mortalidad, y se presume que es debido a mayor aclaramiento de moléculas de mediano tamaño o volumen de distribución amplio. Existen diversos estudios en donde se compara hemodiálisis con hemodiafiltración, sin embargo en la actualidad no existe una recomendación con respecto al volumen de convección requerido para disminuir la mortalidad. El objetivo de este estudio fue determinar qué factores influyen en lograr un incremento en el volumen de convección y si este incremento se relaciona con mayor reducción de fósforo, urea, creatinina y ácido úrico. Resultados: Se observó mayor volumen de convección al incrementar el coeficiente de ultrafiltración de la membrana, mayor reducción de ácido úrico y fósforo al incrementar el coeficiente de ultrafiltración y el volumen de convección. Conclusiones: El coeficiente de ultrafiltración se relaciona con un incremento en el volumen de convección y reducción de fósforo y ácido úrico.

Palabras clave: Hemodiafiltración, Volumen de convección, coeficiente de ultrafiltración



## **Marco teórico**

### Introducción

En la actualidad, la sustitución de la función renal mediante hemodiálisis se ha convertido en el tratamiento más utilizado a nivel mundial. A pesar de una importante mejoría en la supervivencia de los pacientes con Enfermedad Renal Crónica, la mortalidad anual entre estos pacientes continúa siendo del 15 al 25%. (1). La introducción de membranas de alto flujo que permiten una mejor depuración de moléculas de mediano tamaño, ha tenido un impacto en la supervivencia a largo plazo. (2). La depuración de moléculas de mediano tamaño, se puede incrementar combinando transporte por difusión y convección mediante la hemodiafiltración. (1). Diversos estudios han demostrado que la hemodiafiltración mejora la estabilidad hemodinámica, la respuesta a estimulantes eritropoyéticos y reduce la amiloidosis asociada a hemodiálisis e inflamación crónica. (1, 11).

La depuración de moléculas de mediano tamaño, incluidas la beta2- microglobulina, depende en mayor medida, de su volumen de distribución. La beta2- microglobulina tiene un volumen bajo de distribución, por lo cual los estudios son controversiales, con respecto a la depuración incrementada de esta molécula con la hemodiafiltración. Sin embargo, existen moléculas con mayor peso molecular, o con un volumen de distribución más amplio, en donde la hemodiafiltración ha mostrado superioridad en comparación con la hemodiálisis, en su aclaramiento. La hemodiafiltración además, puede remover toxinas urémicas unidas a proteínas de manera más eficaz, lo cual influye en la función endotelial,

estado inflamatorio, calcificación vascular, teniendo efectos cardioprotectores y mejorando el sistema inmunológico. (1)

### Modelos cinéticos

#### Hemodiafiltración y su impacto en la práctica clínica

Como se mencionó en párrafos previos, la hemodiafiltración se ha asociado a menor mortalidad en comparación con hemodiálisis convencional. En un reciente estudio (Estudio ESHOL), se comparó el efecto en mortalidad general, mortalidad por causas cardiovasculares, hospitalizaciones, tolerancia intradialisis, Niveles de beta2-microglobulina, Nutrición, Anemia, fosfato, y otros parámetros bioquímicos, en pacientes sometidos a hemodiálisis convencional o hemodiafiltración, encontrando una menor tasa de mortalidad general del 30% a favor del grupo en hemodiafiltración (HR 0.7; 95% IC, 0.53-0.92; p= 0.01), 33% menor mortalidad cardiovascular (HR 0.67; 95% IC, 0.44-1.02; p= 0.06) y 55% reducción en el riesgo de mortalidad asociada a eventos infecciosos (HR, 0.45; 95% IC, 0.21-0.96; p=0.03). El volumen de líquido de sustitución durante el estudio fue de 22.9-23.9 litros por sesión. Como objetivos secundarios, se observó una reducción de hasta el 22% en hospitalizaciones, menos eventos de hipotensión, acumulación de beta2-microglobulina en favor del grupo en Hemodiafiltración. Como dato importante, y que se abordará más adelante, se observó una mayor convección con mayor líquido de sustitución (23.1 vs. 25.4 litros por sesión).

El volumen de sustitución post filtro ha sido un tema controversial, y hasta el momento no se ha determinado el volumen con precisión con el cual se observa mayor poder

convectivo. Como ejemplo, en el estudio DOPPS, se ajusta de manera arbitraria un volumen de sustitución de 15 a 24 litros por tratamiento, como hemodiafiltración de alta eficiencia y baja eficiencia con volúmenes por debajo de 15 litros. (4) Los factores determinantes más importantes en definir el volumen de sustitución son la hemoconcentración en la membrana dializante, que conlleva a un aumento en la presión hidráulica y presión transmembra (5). El volumen de sustitución máximo sugerido deberá ser menor del 25% del flujo sanguíneo, por tanto también dependerá del flujo sanguíneo proporcionado por el acceso vascular.

Al respecto, el estudio ConvectiveTransportStudy (CONTRAST, por sus siglas en inglés), se estudiaron pacientes en hemodiafiltración crónica en línea con volumen de sustitución mínimo de 15 litros por sesión, observando en el análisis univariado, una relación inversa entre hematocrito y volumen de sustitución, y una relación directa entre los niveles de albúmina y los volúmenes de sustitución. No se midió la presión transmembra, limitando así su análisis, y comparación con membranas dializantes de diferentes superficies de membrana y coeficiente de ultrafiltración. La relación con los niveles de albumina no se ha definido, sin embargo existen diferentes teorías: El aumento de la presión oncótica, incrementa la tasa de relleno, por lo tanto incrementando el poder convectivo, en pacientes con hipoalbuminemia incrementa la agregación plaquetaria y la capacidad de deformabilidad de eritrocitos, disminuyendo el poder convectivo. (6)

Recientemente se realizó un subanálisis de la cohorte del estudio CONTRAST para evaluar que factores fueron los que determinaron un mayor volumen de sustitución, y se observó

que el tiempo de sesión y el flujo sanguíneo efectivo fueron los únicos factores que determinaron un mayor volumen de sustitución y por tanto una mayor convección.

### Membranas

En la actualidad, han quedado en prácticamente en desuso las membranas a base de celulosa, siendo las membranas sintéticas las más utilizadas, debido a un perfil de biocompatibilidad mayor. Debido a su porosidad, las membranas de alto flujo, tienen la capacidad de remover moléculas de un mayor peso molecular, que las membranas de bajo flujo, que contienen poros de menor tamaño. Los estudios, en donde se compara mortalidad y efectos a largo plazo con filtros de alto o bajo flujo son controversiales.

En el estudio multicentrico Membrane Permeability Outcome (MPO, por sus siglas en inglés), se compararon pacientes incidentes con cifras de albumina  $<4$  g/dl o  $>4$  g/dl, con una dosis mínima de diálisis para mantener un Kt/v de 1.2. En los resultados iniciales, no se mostró una diferencia estadística a favor de las membranas de alto flujo, aunque una tendencia a favorecer a las membranas de alto flujo. Sin embargo, se mostró que en el grupo de pacientes con niveles de albúmina por debajo de 4 g/dl, presentaron una menor mortalidad a favor de los filtros de alto flujo (7.3 vs. 10.4%;  $p=0.04$ ). En un subanálisis se mostró que pacientes con diagnóstico de Diabetes Mellitus, tenían menor mortalidad con filtros de alto flujo (11.3% vs. 18.9%; para el grupo de alto flujo y bajo flujo, respectivamente;  $p=0.037$ ), con una reducción del riesgo relativo del 38%. Se demostró que los filtros de alto flujo presentaron menos acumulación de beta 2- microglobulina. No

se realizó reprocesamiento de las membranas, y en el grupo de bajo flujo, hasta el 22% de las membranas fueron a base de celulosa.

Otros estudios como el estudio HEMO, además de comparar el efecto de una dosis baja (Kt/v 1.05 vs. 1.45), se comparó el efecto de filtros de alto flujo vs flujos de bajo flujo, sin observar alguna diferencia con respecto a mortalidad entre las dos membranas, aunque se observó menor mortalidad cardiovascular (de hasta el 20%), y una reducción en aclaramiento de beta 2 microglobulina a favor del grupo con filtros de alto flujo. (3)

Son pocos los estudios que comparan membranas de alto flujo en hemodiafiltración. En un estudio que compara filtros DIAPES HF800 (Baxter), con una superficie de membrana de 1.8 m<sup>2</sup>, comparado con filtro Polyflux 17S (Gambro, 1.7 m<sup>2</sup> superficie membrana) y filtro de polisulfona Hemoflow HF 80S (Fresenius, 1.8 m<sup>2</sup> superficie de membrana), para determinar el aclaramiento de moléculas de mediano tamaño (beta 2 microglobulina y albumina) en pacientes en hemodiafiltración crónica. Se observó un mayor aclaramiento a favor del filtro DIAPES HF800 de beta 2 microglobulina y albúmina, probablemente asociado a mayor coeficiente de ultrafiltración, por mayor permeabilidad hidráulica, a pesar de una superficie de membrana similar en las tres membranas. Se observó una relación entre la cantidad de pérdida de albumina con el aclaramiento de moléculas de mediano tamaño, sin tener en claro aún cuales serían las consecuencias a largo plazo de este fenómeno. (7)

#### Efectos en pérdida albúmina con filtros de alto flujo

En la actualidad, el desarrollo de membrana con mayor permeabilidad ha permitido un mayor aclaramiento de moléculas de mediano tamaño, o unidas a proteínas, teniendo un impacto en inflamación crónica y mortalidad, entre otros beneficios, sin embargo, el tamaño de los poros de las membranas se ve limitado por el aclaramiento de proteínas de mayor tamaño, como la albúmina. Diversos estudios han demostrado el incremento en la morbi-mortalidad en pacientes con hipoalbuminemia, por tanto la permeabilidad a albúmina es un factor determinante para no incrementar aún más la permeabilidad de membranas dializantes. (8)

La concentración de albúmina está determinada por diversos factores. Principalmente la síntesis de albúmina, el catabolismo (caracterizado por la tasa catabólica), distribución intra y extravascular y pérdidas externas por condiciones patológicas. Normalmente la pérdida de albúmina es compensada por un incremento en la síntesis y una reducción en la tasa catabólica. Incluso en pacientes con síndrome nefrótico se ha observado un incremento en la síntesis hepática de hasta el 73% comparado con controles, y en pacientes normoalbuminemicos, pero con Hemodiálisis un incremento en la síntesis del 35%, como mecanismo compensador para mantener una adecuada presión oncótica en pacientes con expansión extravascular. (8)

Muchos otros factores influyen en el desarrollo de hipoalbuminemia en pacientes con enfermedad renal crónica, como el estado inflamatorio persistente. Sin embargo, se ha observado que existe un incremento en niveles de albúmina con el inicio de diálisis, probablemente asociado a disminución del estado inflamatorio, con incremento en la síntesis y disminución del catabolismo, por tanto el efecto de pérdida proteica a través de

membranas de alto flujo, se vea atenuado con disminución del estado inflamatorio asociado a una mejor terapia dialítica. (8)

Se asume que en pacientes que utilizan tratamiento de alto flujo con aclaramiento de albumina y que no son capaces de mantener una adecuada ingesta proteica se presenta desnutrición e hipoalbuminemia. Sin embargo, junto a pérdida de albúmina, toxinas urémicas unidas a proteínas como ácido 3- carboxi. 4 metil- 5- propil- 2 furanproico, ácido hipúrico, p- crespol, homocisteína, entre otros, pueden ser removidos. Un punto determinante además será la carga de la membrana dializante, siendo las membranas con carga negativa las que se relacionan con menor pérdida de albúmina. (11)

Además, se ha demostrado en diversos estudios, que el rol de pérdida de albúmina en el pronóstico del paciente no es tan importante, como el potencial beneficio de aclaramiento de toxinas urémicas de mediano tamaño o unidas a proteínas. (9)

Se ha observado, una disminución en el grado de anemia con membranas de alto flujo asociado a aclaramiento de moléculas inhibitorias de eritropoyetina, y a pesar de un aclaramiento de eritropoyetina alto, los niveles de albúmina se mantienen en rangos normales. (10)

## **Justificación**

Existe evidencia de que el aumento de volumen de convección se relaciona con menor mortalidad por cualquier causa, cardiovascular, tasa de hospitalización y de infecciones, así como otros desenlaces como menor dosis de eritropoyetina. Los estudios que han comparado diferentes tasas de volumen de sustitución han sido heterogéneos. No se ha demostrado si la superficie de membrana afecta el volumen de sustitución y por tanto, afecta la depuración de ácido úrico, fósforo, urea y creatinina. No existe ningún estudio en donde se comparen diferentes superficies de membrana en hemodiafiltración en línea, en donde se comparen la tasa de reducción de ácido úrico, creatinina, urea y fósforo y se determine que factores son los que favorecen esta tasa de reducción



## **Pregunta de investigación**

“Existe una mayor aclaramiento de urea, ácido úrico y fósforo, con filtros de mayor superficie y coeficiente de ultrafiltración en pacientes en programa de Hemodiafiltración”

## **Hipótesis**

Hipótesis

No existe diferencia en el aclaramiento de fósforo, ácido úrico y urea en pacientes en hemodiafiltración crónica en línea, con diferentes membranas de hemodiálisis.

Hipótesis alterna

Existe un mayor aclaramiento de fósforo, ácido úrico y urea en pacientes en hemodiafiltración crónica en línea, con el incremento de coeficiente de ultrafiltración con membranas de mayor superficie permitiendo un mayor volumen de sustitución con este incremento.

## **Objetivos**

### Primario

Determinar si existe diferencia en el aclaramiento de urea, fósforo y ácido úrico en pacientes en hemodiafiltración crónica en línea con diferentes filtros de hemodiálisis

### Secundarios

Determinar si el reprocesamiento de membranas, disminuye el aclaramiento de urea, fósforo y ácido úrico en pacientes en hemodiafiltración crónica en línea con diferentes filtros de hemodiálisis

Determinar si el incremento de superficie de membrana y coeficiente de ultrafiltración permite aumentar el volumen de sustitución post filtro, sin incrementar la presión trans membrana.

## **Metodología**

### Población objetivo

Pacientes en programa de hemodiafiltración crónica en línea

### Población elegible

Pacientes incluidos en el programa de hemodiafiltración crónica en el Departamento de Nefrología del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez y con al menos 4 semanas de tratamiento.

### Técnica de muestreo

No aleatorizado, por conveniencia basada en criterios de inclusión y riesgo de pérdida a lo largo del tiempo (trasplante renal).

### Criterios de inclusión

Pacientes con diagnóstico de Enfermedad Renal Crónica en programa de hemodiafiltración crónica intermitente, de 18 a 80 años, con sesiones tres veces por semana.

### Criterios de exclusión

Pacientes en tratamiento con quelantes de fósforo, antiácidos, alopurinol. Presencia de diuresis residual

### Criterios de eliminación

Pacientes que serán sometidos a trasplante renal a corto plazo.

Pacientes que no acepten a firmar consentimiento para el estudio.

Fallecimiento antes de terminar el periodo de protocolo

Tabla 1. Características de pacientes

	<u>Paciente 1</u>	<u>Paciente 2</u>	<u>Paciente 3</u>	<u>Paciente 4</u>	<u>Paciente 5</u>	<u>Paciente 6</u>
Edad	45	26	42	52	48	21
Género	Femenino	Femenino	Masculino	Femenino	Femenino	Masculino
Número de comorbilidades	1	0	0	1	1	0
Etiología de ERC	GEFyScolapsante	END	END	END	END	END
Ganancia interdialítica (lt promedio)	2.5	3.0	2.1	1.5	2.0	3.5
Acceso vascular	Tunelizado	Temporal	FAVI	Temporal	Temporal	Temporal
Heparina bolo UI	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Heparina mantenimiento (UI x hora)	500	1000	500	500	500	1000

## Diseño del estudio

El estudio se realizó de manera prospectiva, no aleatorizada, por conveniencia basado en los criterios de inclusión y exclusión. Se realizaron 8 sesiones diferentes en cada paciente, en las cuales se asignaron las combinaciones de las variables primer o quinto reuso y tipo de filtro (Superficie de membrana de 1.3 m<sup>2</sup> con coeficiente de ultrafiltración de 40 ml/h x mmHg vs. Superficie de membrana de 1.8m<sup>2</sup> con un coeficiente de ultrafiltración de 55 ml/h x mmHg, o Superficie de membrana de 2.0 m<sup>2</sup>, y un coeficiente de ultrafiltración de 62 ml/h x mmHg o Superficie de membrana de 2.1 m<sup>2</sup>, y coeficiente de ultrafiltración de 81 ml/h x mmHg).

Todos los pacientes recibieron 5 sesiones por filtro, y se evaluaron parámetros bioquímicos.

El procesamiento de muestras de sangre y líquido efluente en general fue a través de una máquina automatizada ILab 300 plus del Departamento de Nefrología.

### *Variables dependientes*

- Extracción total de fósforo (cuantitativa continua)
- Extracción total de ácido úrico (cuantitativa continua)
- Extracción total de urea (cuantitativa continua)

### *Variables independientes*

Categorías: Género, tipo de acceso vascular y tipo de filtro

Cuantitativas:

Edad

Peso seco

Ganancia de peso	Flujo dializante
Peso pre- diálisis	Kt/v
Peso post- diálisis	Calcio
Tensión arterial sistólica promedio	Albúmina
Tensión arterial diastólica promedio	Fósforo sérico inicial
Tensión arterial media promedio	Fósforo sérico final
Tiempo de sesión	Fósforo líquido final
Tasa de ultrafiltración	Ácido úrico sérico inicial
Ultrafiltración total	Ácido úrico final
Presión línea arterial	Ácido úricolíquido final
Presión línea venosa	Urea en líquido final
Presión trans membrana	Creatinina en líquido final
Volumen sustitución	Albúmina en líquido final
Flujo sanguíneo	

#### Características de prescripción de la sesión de hemodiafiltración

La hemodiafiltración post-dilucional se realizó en máquinas Fresenius 4008 H, con concentración en el líquido dializante de sodio de 138 mEq/L, calcio de 3.5 mEq/L, bicarbonato 35 mEq/L y potasio de 2 mEq/L. El flujo sanguíneo, se ajustó al flujo máximo que permitiera el acceso vascular, sin aumentar la presión de lumen arterial por arriba de -300 mmHg. El volumen de sustitución se ajustó a un máximo de 25% del flujo sanguíneo, según lo permitiera la presión transmembrana.

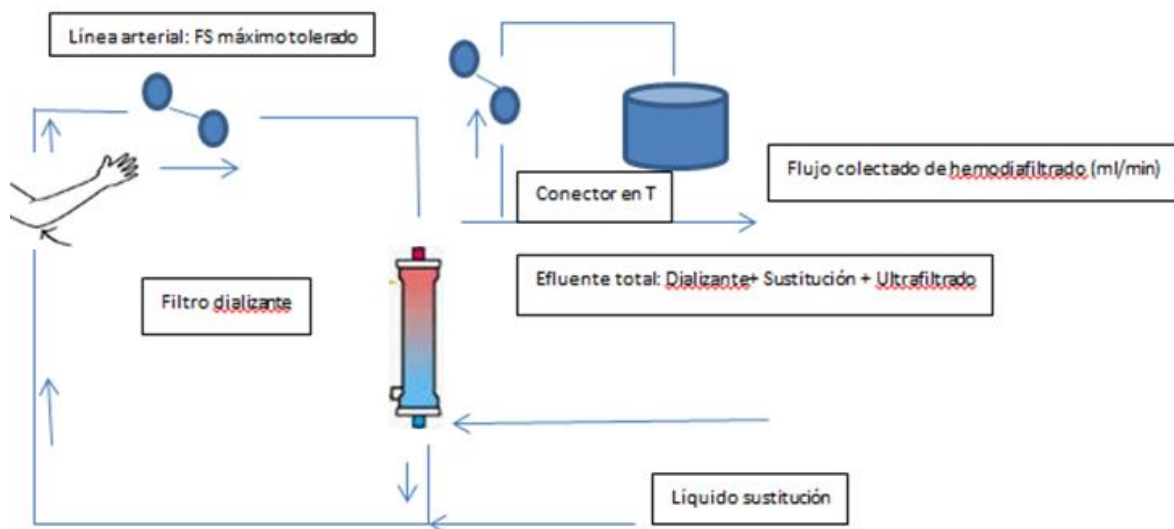
De manera uniforme los pacientes en la Unidad de Hemodiafiltración del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez tienen como meta una ingesta hipercalórica e hiperproteica, sin uso de ningún fármaco incluyendo antihipertensivos, quelantes de fósforo o alopurinol.

#### *Tiempo de sesión y Ultrafiltración*

El tiempo de sesión fue de tres horas y el volumen de ultrafiltración correspondió a la ganancia de peso inter-dialítica para llegar al peso seco estimado en sesiones previas. Se mantuvo una tasa de ultrafiltración constante durante toda la sesión.

#### *Flujo sanguíneo, flujo de líquido dializante y volumen de sustitución.*

Para el prescribir el flujo sanguíneo se tomó como meta la presión de la línea arterial de entre -250 a -300 mmHg hasta un flujo sanguíneo efectivo máximo de 500 ml/min. El flujo dializante se ajustó a 500 ml/min para todos los pacientes.



### Recolección de datos y análisis de laboratorio

Se registraron en la base de datos las siguientes variables obtenidas por evaluación directa: edad en años, género, talla en metros, peso seco, peso pre-diálisis y peso post-diálisis en kg, ganancia de peso inter-dialítico en kg, índice de masa corporal en  $\text{kg}/\text{m}^2$ , presión arterial sistólica y diastólica pre-diálisis en mmHg, temperatura central y temperatura periférica en °C.

### Parámetros de diálisis

Los datos generados durante las sesiones de hemodiafiltración fueron registrados e incluyeron: tiempo de tratamiento en minutos, flujo sanguíneo promedio y flujo de líquido dializante promedio en ml/min, presión de la línea arterial y venosa en mmHg, presión transmembrana (PTM) en mmHg, volumen de ultrafiltrado (UF) total en ml, tasa de ultrafiltración en ml/hr, volumen de líquido de sustitución de hemodiafiltración en litros.

La asignación de filtro, así como el tipo de acceso vascular fueron introducidos a la base de datos.

### Parámetros de laboratorio

#### *Recolección de líquido de diálisis*

Se recolectó el líquido efluente de los primeros 30 minutos, y el restante 30 minutos hasta finalizar la sesión. Cada uno de estos tanques fue pesado en la misma báscula previamente calibrada y se restó el peso del tanque vacío para obtener el volumen recolectado en cada una de las etapas.



Para homogeneizar el contenido de los tanques y evitar la precipitación de los solutos se agitó con un tubo plástico de 100 cm por 20 vueltas, para posteriormente tomar una muestra de 10 ml de cada uno de los 3 tercios (superior, medio e inferior) del tanque, mezclándose estos 30 ml y a su vez obteniéndose 5 ml de este último rotulándolo como muestra representativa de la concentración total de cada tanque. Este se almacenó a -20 °C hasta la determinación de la concentración de fósforo, nitrógeno de urea, creatinina y ácido úrico correspondiente.

Para determinar la extracción de cada tanque se multiplicó la concentración respectiva de fósforo o ácido úrico por el volumen recolectado correspondiente. Para determinar la extracción total de la sesión de hemodiafiltración se sumaron las extracciones de los 3 tanques.

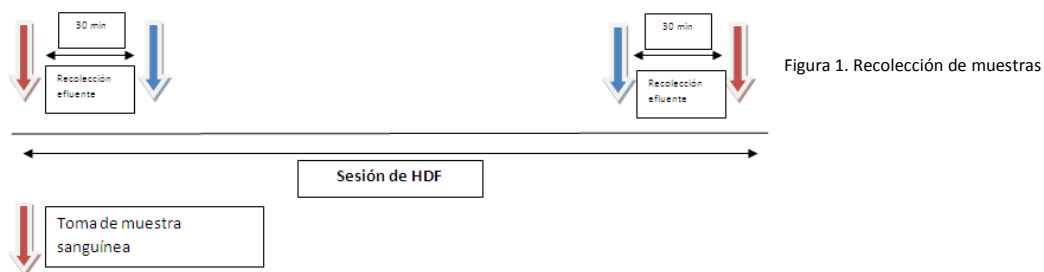


Figura 1. Recolección de muestras

### *Muestras aisladas de líquido efluente*

Se obtuvieron 2 ml de líquido efluente por toma directa del drenaje del líquido a los 30, 90 y 150 minutos de cada sesión, almacenándose a -20 °C hasta su análisis para determinación de la concentración de fósforo y ácido úrico.

### *Muestras de Sangre:*

Se tomaron 7 ml de sangre directamente del acceso vascular al inicio, al final de la sesión. Dichas muestras se centrifugaron a 5 °C y 3500 revoluciones por minuto durante 5

minutos. Del suero obtenido se almacenó a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis, en donde se midieron las concentraciones de fósforo, ácido úrico, creatinina, calcio, albúmina y nitrógeno de urea al momento inicial, y fósforo, ácido úrico y nitrógeno de urea al final.

El procesamiento de muestras de sangre y líquido efluente en general fue a través de una máquina automatizada ILab 300 plus del Departamento de Nefrología.

#### Análisis estadístico

Los datos se muestran como medias con desviación estándar. La comparación entre las diferentes membranas se analizó con prueba de T- Student. Se consideró significancia estadística un valor de  $p < 0.05$ .

## Resultados

Se compararon las diferentes membranas para obtener el volumen de convección por cada sesión de hemodiafiltración según el coeficiente de ultrafiltración, así como el porcentaje de reducción de creatinina, urea, fósforo y ácido úrico. Se observó un incremento en el volumen de convección al incrementar el coeficiente de ultrafiltración, considerando el coeficiente de 40 ml/h/mmHg como el valor de referencia,  $21.7 \pm 3.3$  lt/sesión,  $22.8 \pm 3.1$  lt/sesión,  $25.2 \pm 2.3$  lt/sesión, y  $27.7 \pm 3.3$  lt/sesión para KUF 40 ml/h/mmHg, 55, 62 y 81 ml/h/mmHg respectivamente. No hubo diferencia en parámetros hemodinámicos, ni presión transmembrana. Se observó una mayor reducción de fósforo con KUF de 81 ml/h/mmHg ( $54.2 \pm 9\%$  vs.  $42.1 \pm 10.4\%$   $p=0.004$ ). (Tabla 2, figura 2 y 3)

Se realizó un subanálisis para determinar porcentaje de reducción de los mismos parámetros según el volumen de convección alcanzado observando mayor reducción de ácido úrico,  $79.6 \pm 4.1\%$  con 15-20 litros por sesión y  $86.1 \pm 5.9\%$  con 26-30 litros por sesión, y una tendencia a mayor reducción de fósforo y creatinina con 26-30 litros por sesión, teniendo como valor de referencia 15-20 litros por sesión. (Tabla 3 y figura 4)

Se observó mayor reducción de fósforo con niveles basales por arriba de 4.5. (Tabla 4)

**Tabla 2. Paciente 1.**

	KUF 40	KUF 40 reuso 5	KUF 55	KUF 55 reuso 5	KUF 62	KUF 62 reuso 5	KUF 81	KUF 81 reuso 5
TAS (mmHg)	144.5 (+-11.7)	134.9 (+- 7.3)	135.9 (+- 11.6)	145.5 (+- 6.7)	151.2 (+- 13.8)	153.6 (+- 7.7)	153.5 (+- 7.1)	157.6 (+- 7.9)
TAD (mmHg)	89.3 (+- 8.3)	92.8 (+- 18.2)	80.0 (+- 5.6)	89.3 (+-8.3)	83.2 (+- 12.5)	95.9 (+- 5.04)	96 (+- 4.9)	99.2 (+- 8.5)
TAM (mmHg)	109 (+- 14.6)	106.8 (+- 7.6)	104.9 (+- 9.2)	109 (+- 14.6)	112 (+- 9.1)	119.6 (+- 6.3)	115.9 (+- 5.5)	118.7 (+- 5.6)
PTM (mmHg)	300 (+- 50.3)	295.7 (+- 61.8)	300 (+- 50.2)	300 (+- 50.3)	317 (+- 61.2)	321.7 (+- 49.8)	313.1 (+- 47.9)	330 (+- 45.2)
V. Sust (lt)	17.5	21.9	19.8	17.5	23.1	24	32.6	27.2
UF (ml)	2800	2600	2900	2800	3500	1900	2200	3000
Delta °T	9.53 (+- 1.07)	10.3 (+- 1.7)	9.5 (+- 1.1)	9.53 (+- 1.07)	6.1 (+- 1.1)	11.6 (+- 1.4)	10.5 (+- 2.2)	10.6 (+- 0.7)
% R. AU	74.3%	71.8%	84%	82.3%	83.3%	86.1%	93.8%	91.1%
% R. BUN	78.7%	67.7%	83.6%	82.1%	86%	88.4%	85.3%	90.0%
% R. Cr	72.7%	60.4%	73.8%	74.3%	75.6%	77.6%	74.2%	85.8%
% R. fósforo	40.9%	50.8%	49.2%	50.9%	64.9%	85.9%	68.4%	77.9%

**Tabla 3. Paciente 2.**

	KUF 40	KUF 40 reuso 5	KUF 55	KUF 55 reuso 5	KUF 62	KUF 62 reuso 5	KUF 81	KUF 81 reuso 5
TAS (mmHg)	146.9 (+-6.1)	146.9 (+-6.1)	138.9 (+-10.9)	139.2 (+- 11.2)	110.9 (+- 10.7)	114.5 (+- 8.9)	106.6 (+- 7.3)	112.4 (+- 6.4)
TAD (mmHg)	89 (+- 5.0)	89 (5.0)	90.02 (+- 6.7)	89.1 (+-5.9)	66.5 (+- 7.5)	76.3 (+- 8.9)	66.2 (+- 5.5)	67.7 (+- 3.9)
TAM	110.6	110.6	99.7 (+-	98.6	81.5 (+-	90.1 (+-	77.3 (+-	80.4 (+-

(mmHg)	(+4.6)	(+4.6)	17.9)	(+16.1)	8.7)	6.7)	5.3)	5.4)
PTM (mmHg)	335 (+34.2)	335 (+34.2)	306.8 (+42.5)	305.9 (+41.3)	271 (+82.6)	311.6 (+53.2)	312 (+43.4)	291 (+59.8)
V. Sust (lt)	24.9	25	28.4	26.2	26.0	27.1	26.9	28.1
UF (ml)	2600	2923	2600	2500	2900	2700	1778	2670
Delta °T	8.6 (+0.81)	6(+2.5)	8.6 (+0.81)	8.4 (+1.3)	2.6 (+1.7)	8.4 (+1.2)	4.2 (+3.6)	7.4 (+2.1)
% R. AU	77.8%	78.1%	91.3%	87.5%	86.5%	87.8%	91.9%	90.3%
% R. BUN	76.5%	80.2%	87.7%	85.3%	83.2%	86.1%	89.6%	89.7%
% R. Cr	74.2%	76.5%	81.7%	82.1%	80.1%	84.1%	84.6%	82.9%
% R. fósforo	49%	50.2%	77.5%	57%	55%	59%	58%	57.7%

**Tabla 4. Paciente 3.**

	KUF 40	KUF 40 reuso 5	KUF 55	KUF 55 reuso 5	KUF 62	KUF 62 reuso 5	KUF 81	KUF 81 reuso 5
TAS (mmHg)	121.9 (+25.3)	108.6 (+9.4)	109.8 (+9.6)	114.9 (+10)	119.7 (+10.6)	115.2 (+8.7)	112.1 (+9.3)	123.7 (+9.01)
TAD (mmHg)	74.1 (+7.1)	65.3 (+6.8)	59.8 (+10.3)	67.4 (+9.1)	68.8 (+6.5)	66.2 (+8.1)	63.2 (+9.1)	71.5 (+5.9)
TAM (mmHg)	80 (+5.7)	79.8 (+6.8)	79.1 (+7.1)	81.9 (+10.2)	84.7 (+4.3)	76.4 (+8.3)	79.7 (+9.2)	88.2 (+6.3)
PTM (mmHg)	295 (+40)	292 (+39.1)	303 (+52.8)	288 (+45.3)	322 (+40.7)	298 (+46.7)	296 (+53.6)	355 (+55.9)
V. Sust (lt)	22.4	22.4	21.9	26.6	28.0	27.9	31.1	24.8
UF (ml)	2500	2500	2444	2900	2200	3400	200	2700
Delta °T	12.2 (+4.5)	13 (+1.6)	9.6 (+1.6)	7.6 (+0.81)	11.5 (+2.5)	1.1 (+0.1)	9.5 (+1.11)	10.1 (+1.8)
% R. AU	81.9%	79.6%	88.4%	81.8%	80.3%	78.7%	86.2%	90.2%

% R. BUN	78.7%	78.3%	87.7%	81.8%	75.0%	72.2%	79.1%	90.3%
% R. Cr	72.7%	70.1%	81.7%	72.8%	63.8%	67.2%	73.6%	83.6%
% R. fósforo	40.9%	57.7%	66%	37.1%	33.3%	50.0%	45.2%	80.4%

**Tabla 5. Paciente 4.**

	KUF 40	KUF 40 reuso 5	KUF 55	KUF 55 reuso 5	KUF 62	KUF 62 reuso 5	KUF 81	KUF 81 reuso 5
TAS (mmHg)	104.3 (+-4.4)	100.2 (+-5.9)	115.2 (+-13.7)	113 (+-8.0)	112.3 (+-7.5)	110.1 (+-6.2)	103.1 (+-3.1)	114.1 (+-3.3)
TAD (mmHg)	58.6 (+-7.9)	60.3 (+-3.4)	61.4 (+-19.4)	61.5 (+-12.4)	62.3 (+-11.3)	64.5 (+-5.2)	62.6 (+-4.3)	72.7 (+-5.2)
TAM (mmHg)	73.1 (+-4.1)	71.6 (+-2.8)	82.6 (+-18.3)	83.1 (+-8.4)	82.9 (+-8.2)	84.6 (+-5.2)	79.5 (+-4.4)	92.1 (+-4.9)
PTM (mmHg)	323 (+-50.7)	324.6 (+-35.2)	300 (+-54.3)	305.4 (+-47.6)	333 (+-42.6)	345.2 (+-42.6)	350.7 (+-34.7)	333.2 (+-46.7)
V. Sust (lt)	27	17.8	19.6	23.8	24.1	24.6	22.2	26.3
UF (ml)	3400	3300	1205	2044	3200	2900	3198	3000
Delta °T	6.3 (+-0.3)	6.7 (+-0.15)	11.8 (+-0.4)	8.4 (+-2.1)	8.9 (+-2.3)	9.2 (+-3.3)	9.5 (+-0.8)	11.2 (+-3.3)
% R. AU	85.7%	69.2%	70.1%	81.0%	84.6%	84.7%	84.1%	84.9%
% R. BUN	83.3%	76.2%	78.2%	80.9%	82.5%	84.3%	88.8%	85.6%
% R. Cr	74.3%	69.5%	70.1%	71.2%	74.3%	75.2%	82.3%	78.6%
% R. fósforo	26.6%	33.2%	32.2%	38.0%	35.2%	42.5%	45.4%	39.5%

**Tabla 6. Paciente 5.**

	KUF 40	KUF 40 reuso 5	KUF 55	KUF 55 reuso 5	KUF 62	KUF 62 reuso 5	KUF 81	KUF 81 reuso 5
TAS (mmHg)	137.1 (+- 11.06)	137.6 (+- 16.7)	135.3 (+-10.5)	155.7 (+- 17.1)	135.3 (+- 9.6)	124.6 (+- 14.6)	102.1 (+- 12.2)	127.09 (+- 29.04)
TAD (mmHg)	81.5 (+-6.9)	70.6 (+- 10.1)	71.6 (+- 14.6)	88.6 (+-9.9)	72.4 (+- 13.4)	73.1 (+- 12.6)	62.1 (+- 4.5)	74.8 (+- 23.2)
TAM (mmHg)	100.5 (+- 7.49)	96.6 (+- 13.01)	98.2 (+- 18.8)	113.3 (+- 10.1)	97.8 (+- 19.3)	91.8 (+- 18.7)	77.5 (+- 8.6)	92.1 (+- 19.9)
PTM (mmHg)	311 (+- 34.6)	311.7 (+- 53.6)	290 (+- 44.8)	317.6 (+- 32.6)	316.2 (+- 54.8)	323 (+- 42.1)	329 (+- 39.5)	343 (+-55)
V. Sust (lt)	19.3	21.3	25.5	22.8	22.1	24.9	26.2	17.4
UF (ml)	2000	2900	1500	3300	2000	2100	1900	2042
Delta °T	5.9 (+- 3.2)	4.8 (+- 2.2)	5.6 (+- 1.9)	4.9 (+- 2.1)	7.2 (+-2.6)	8.1 (+-2.1)	7.06 (+- 1.7)	9.6 (+- 1.06)
% R. AU	78.5%	79.2%	88.4%	85.0%	82.9%	82.5%	80.0%	81.6%
% R. BUN	85.7%	86.2%	87.7%	84.2%	94%	88.9%	87.7%	79.2%
% R. Cr	71.9%	72.3%	81.7%	77.3%	92.8%	78.3%	76.4%	74.7%
% R. fósforo	35.4%	52.1%	77.5%	63.6%	79%	75.6%	61.8%	74.4%

**Tabla 7. Paciente 6.**

	KUF 40	KUF 40 reuso 5	KUF 55	KUF 55 reuso 5	KUF 62	KUF 62 reuso 5	KUF 81	KUF 81 reuso 5
TAS (mmHg)	195.1 (+- 10.5)	215 (+- 9.1)	200 (+- 11.5)	182.6 (+- 13.4)	188.1 (+- 17.1)	178.5 (+- 20.2)	180.6 (+- 11.1)	157.4 (+- 10.2)
TAD	118 (+-)	125 (+-)	126.6	120.02	118.2 (+-)	116.9 (+-)	117.3 (+-)	96.2 (+-10)

(mmHg)	4.8)	11.7)	(+-16.3)	(+-6.7)	9.9)	12.2)	8.1)	
TAM (mmHg)	147 (+- 9.6)	158.5 (+- 11.6)	153 (+- 17.2)	144.1 (+-7.1)	144.7 (+- 10.1)	141 (+- 13.6)	140 (+-9.1)	118.3 (+- 10.3)
PTM (mmHg)	311.7 (+-48)	310.5 (+- 44.5)	288.1 (+-59.6)	320 (+- 10)	278.3 (+- 53.2)	333.1 (+- 62.6)	341 (+- 67.8)	352 (+- 25.8)
V. Sust (lt)	19.4	22	22	22.2	28.2	25.9	27.6	28.3
UF (ml)	3500	3200	4570	3588	1755	3200	3500	3800
Delta °T	7.7 (+- 0.49)	7.3 (+- 0.78)	9.8 (+- 0.44)	7.2 (+- 0.75)	10.1 (+-1.1)	9.1 (+-0.94)	9.55 (+- 1.2)	12.3 (+- 0.68)
% R. AU	79.4%	84.7%	73.3%	68.5%	80.4%	76.3%	72.5%	84%
% R. BUN	75.8%	82.1%	72.4%	71.0%	72.4%	74.1%	64.9%	83.3%
% R. Cr	72.6%	78.6	66.9%	61.5%	70%	67.6%	61.8%	78.0%
% R. fósforo	60.0%	69.09	63.2%	49.2%	63.2%	56.1%	46.8%	60.5%

**Tabla 8. Resumen resultados por filtro**

	KUF 40	KUF 55	KUF 62	KUF 81
TAS	141.6 (±27.9)	139.1 (±29.3)	136.2 (±27)	126.3 (±30)
	VR	P=0.44	P=0.12	P=0.06
TAD	85.08 (+- 18)	81.5 (+- 22.6)	78.5 (+- 18.8)	77.9 (+- 21.2)
	VR	P=0.34	P=0.08	P=0.22
TAM	103.3 (+- 24)	102.9 (+-24.2)	100.6 (+- 22.4)	94.9 (+- 24.3)
	VR	P=0.46	P=0.22	P=0.12
PTM	312.6 (+- 13.4)	297.9 (+-6.7)	306.2 (+- 23.1)	323.6 (+- 18.5)
	VR	P=0.02	P=0.40	P=0.03
Volumen convección	21.7 (+- 3.3)	22.8 (+- 3.1)	25.2 (+- 2.3)	27.7 (+- 3.3)
	VR	P=0.14	P=0.0006	P=0.005
% reducción ácido úrico	79.6 (+- 3.5)	82.5 (+- 8.0)	83.0 (+- 2.1)	84.7 (+- 7.1)
	VR	P=0.13	P=0.02	P=0.006



% reducción nitrógeno urea	79.7 (+- 3.5)	82.8 (+- 5.8)	82.1 (+- 7.1)	82.5 (+- 8.6)
	VR	P=0.10	P=0.10	P=0.03
% reducción creatinina	73.0 (+- 0.8)	75.9 (+- 6)	76.1 (+- 9)	75.4 (+- 7.3)
	VR	P=0.16	P=0.11	P=0.02
% reducción fósforo	42.1 (+- 10.4)	60.9 (+- 16)	55.1 (+- 16.3)	54.2 (+- 9.0)
	VR	P=0.07	P=0.02	P=0.004

**Abreviaturas:** TAS Tensión arterial sistólica, TAD Tensión arterial diastólica, TAM Tensión Arterial Media, VR Valor de referencia, PTM Presión transmembrana

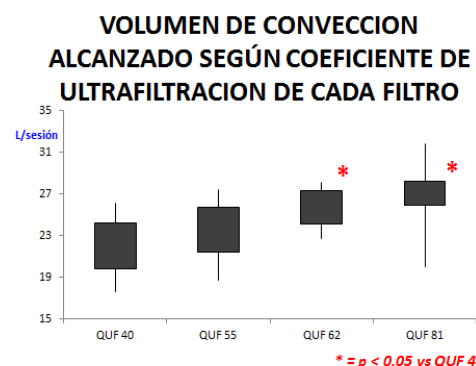


Figura 2. Volumen de convección alcanzado según KUF

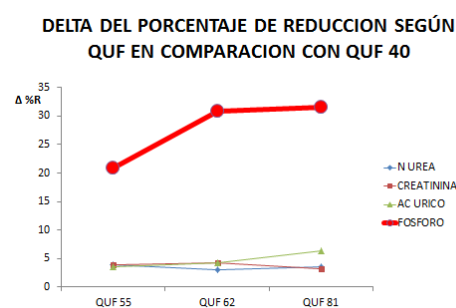


Figura 3. Delta del porcentaje de reducción según QUF

### Tabla 9. Resultados por volumen de sustitución

	Volumen sustitución 15-20 litros (VR)	Volumen sustitución 21-25 litros	Volumen sustitución 26-30 litros
N (%)	11 (22.9%)	17 (35.4%)	20 (41.6%)
V. convección promedio (Litros)	18.5 (+-1.0)	22.7 (+-0.92)	27.7 (+-1.8)
%Reducción			
Ácido úrico (%)	79.6 (+-4.18)	82.4 (+-4.01)	86.1 (+-5.9)
	VR	P=0.02	P=0.0002
Nitrogeno Urea (%)	81.8 (+- 2.9)	83.7 (+-6.5)	83.02 (+-6.9)
	VR	P=0.16	P=0.09
Creatinina (%)	73.2 (+-1.0)	76.3 (+-7.5)	77.1 (+-6.9)
	VR	P=0.12	P=0.05

Fósforo (%)	50.6 (+-14.5)	60.2 (+-13.9)	57.4 (+-15.5)
	VR	P=0.01	P=0.09
TAS (mmHg)	136.1 (+- 6.2)	135.5 (+-29.6)	138.5 (+-27.9)
	VR	P= 0.44	P= 0.34
TAD (mmHg)	101.6 (+-6.2)	79.5 (+-18.1)	85.0 (+-20.3)
	VR	P= 0.49	P= 0.34
TAM (mmHg)	81.4 (+-5.1)	100.1 (+-22.7)	103.0 (+-24)
	VR	P= 0.47	P= 0.007

Abreviaturas: TAS Tensión arterial sistólica, TAD Tensión arterial diastólica, TAM Tensión Arterial Media

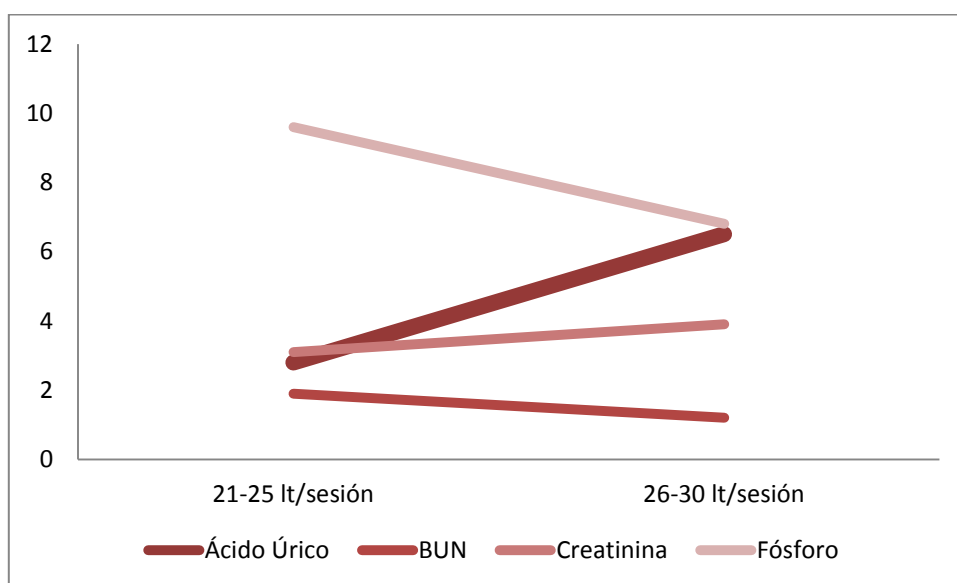


Figura 4. Delta de reducción según volumen deconvección

### Tabla 10. Resultados según fósforo basal

	Fósforo basal <4.5	Fósforo basal > 4.5	P
% Reducción			
KUF 40	40.1 (+-13)	54.4 (+-13.09)	0.0005
KUF 55	37.5 (+-0.6)	67 (+-11.9)	0.0001
KUF 62	46.4 (+-7.4)	72.6 (+- 17.4)	0.0003
KUF 81	51.1 (+- 8.6)	65.8 (+-12.2)	0.02
%Reducción			
Vol. Sustitución 15-20L	35.4 (+-5.2)	55.7 (+-16.4)	0.002
Vol. Sustitución 21-26 L	45.5 (+-7.5)	69.3 (+-14.6)	0.001

Vol. Sustitución 26- 30 L	49.7 (+-10.2)	67.0 (+-12.2)	0.05
---------------------------	---------------	---------------	------

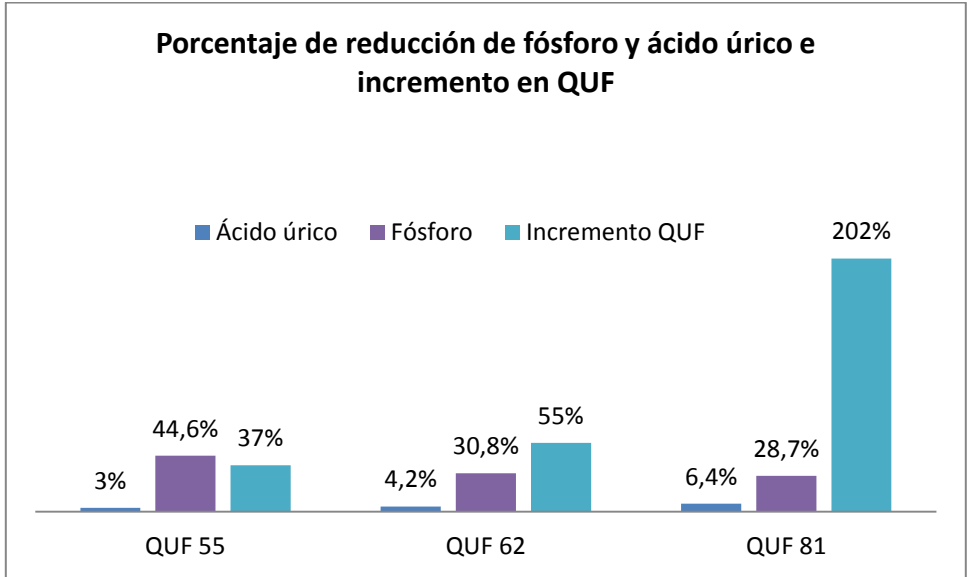


Figura 5. Porcentaje de reducción de fósforo y ácido úrico en comparación con el incremento en QUF.

## **Discusión**

La hemodiafiltración ha mostrado mejores resultados con respecto a mortalidad en pacientes con Enfermedad Renal Crónica, y se cree que esto es debido a mayor reducción de moléculas de mediano tamaño o con un amplio volumen de distribución, sin embargo, no se ha determinado con exactitud, cuanto es el volumen de convección recomendado para lograr este objetivo, y si un incremento en este volumen de convección por arriba de 25 litros de sesión, se asocia a menor mortalidad y mayor aclaramiento de estas moléculas asociadas a la mortalidad. Según lo observado en este estudio se observa que incrementar el coeficiente de ultrafiltración y la superficie de membrana podría aumentar el volumen de convección por sesión y esto a su vez, podría relacionarse con un mayor aclaramiento de fósforo y ácido úrico.

Una de las preocupaciones al incrementar la superficie de membrana, suele ser el riesgo de pérdida de proteínas por la membrana, sin embargo se analizó el

aclaramiento de albúmina y globulinas en el estudio, sin encontrar ninguna diferencia al utilizar membranas con mayor superficie de membrana (datos no mostrados).

Uno de los puntos más interesantes del estudio, es que a pesar de que en apariencia existe un incremento del 37%, 55% y 202% en el coeficiente de ultrafiltración, teniendo como referencia un coeficiente de 40 ml/min/mmHg, con respecto a las membranas de 55, 62 y 81 ml/min/mmHg, respectivamente, no existe un incremento lineal en el aclaramiento de ácido úrico, fósforo, nitrógeno de urea y creatinina. Nuestra impresión, es que no existe un incremento absoluto del coeficiente de ultrafiltración real o alcanzada por el filtro en el tratamiento de los pacientes con el indicado por la industria. (Figura 5)

## Conclusiones

A mayor coeficiente de ultrafiltración (dependiente directo del área de superficie de membrana) se alcanza mayor volumen de convección. El incremento del volumen de convección sólo se vinculó con un mayor porcentaje de reducción de ácido úrico, pero se observó una tendencia a mayor reducción de fósforo y creatinina

Las limitantes del estudio se derivan del número pequeño de muestras en comparación con otras series. En comparación con otros estudios, se logró una muestra más homogénea, debido a que los pacientes fueron asignados a recibir sesiones de hemodiafiltración con cuatro tipos de membrana diferentes. Las cifras de fósforo iniciales fueron mayores en nuestro estudio a diferencia de lo reportado, lo cual permitió un análisis detallado de la tasa de reducción de fósforo en diferentes circunstancias.

Debido a que no es un estudio de causalidad, no se puede demostrar si la superficie de membrana o el volumen de sustitución son los factores que determinan una mayor reducción de fósforo, ácido úrico, creatinina y nitrógeno de urea.

## **Definiciones operacionales**

Estabilidad hemodinámica: Cifras tensionales mínimas de TAS 90 mmHg, TAD 60 mmHg, TAM 60 mmHg y ausencia de sintomatología de bajo gasto cardiaco (Vértigo, lipotimia, diaforesis) durante la sesión de hemodiafiltración.

Peso seco: Peso pre- determinado con el cual el paciente se mantiene sin antihipertensivos, sin edema, con cifras tensionales dentro de rangos normales (TAS >90- < 140 mmHg TAD > 60- < 90 mmHg), sin sintomatología de bajo gasto cardiaco o hipoperfusión tisular.

Técnica de reprocesamiento de filtros: Se utilizó cloro y formaldehído para reprocesamiento de filtros, con un máximo de 5 reusos por filtro.

Volumen de sustitución o infusión (litros por tratamiento): Volumen de sustitución infundida directamente en trampa venosa (post- dilucional)

Volumen convectivo (litros por tratamiento): Se refiere a la suma de la pérdida de peso interdialítica y el volumen de infusión por tratamiento

Tasa de flujo convectivo (ml/min): Se refiere al volumen convectivo por minuto

Fracción de filtración (%): Relación entre la tasa de flujo convectivo y el flujo sanguíneo

Hemodiafiltración de alta eficiencia: Volumen de infusión mayor o igual a 15 litros por tratamiento.

## Referencias bibliográficas

1. Maduell F., et al. High- Efficiency Postdilution Online –hemodiafiltration reduces All-Cause Mortality in Hemodialysis Patients. *J Am SocNephrol* 24, 2013
2. Locatelli F, Martin- Malo A, Hannedouche T, Loureiro A, Papadimitriou M, Wizemann V, Jacobson SH, Czekalski S, Ronco C, Vanhoulde R; Membrane Permeability Outcome (MPO) Study Group: Effect of membrane permeability on survival hemodialysis patients. *J Am SocNephrol* 20:645-654, 2009
3. Cheung AK, Rocco MV, Yan G, Leypoldt JK, Levin NW, Greene T, Agodoa L, Bailey J, Beck GJ, Clark W, Levey AS, Ornt DB, Schulman G, Schwab S, Teehan B, Eknoyan G: Serum beta-2 microglobulin levels predict mortality in dialysis patients: Results of the HEMO study. *J Am SocNephrol* 17: 546–555, 2006
4. Canaud B, Bragg- Gresham JL, Marshall MR et al. Mortality risk for patients receiving hemodiafiltration versus hemodialysis: European results from the DOPPS. *KidneyInt* 2006; 69: 2087-2093
5. Pedrini LA, De Cristofano V, Pagliari B, et al. Mixed predilution and postdilution online hemodiafiltration compared with the traditional infusion models. *Kidney Int* 2000; 58: 2155- 2165
6. E. Lars Penne, Neelke C. van der Weerd, Michiel L. Bots, et al. Patient- and treatment- related determinants of convective volume in post- dilution haemodiafiltration in clinical practice. *Nephrol Dial Transplant*; 2009: 3493- 3499
7. Walter Samtleben, Christina Dengler, Birgit Reinhardt, et al. Comparison of the new polyethersulfone high- flux membrane DIAPES HF800 with conventional high-flux



membranes during on-line haemodiafiltration. *Nephrol Dial Transplant*; 2003, 18: 2382- 2386

8. Detlef H. Krieter, Bernard Canaud. High permeability dialysis membranes: what is the limit of albumin loss?; *Nephrol Dial Transplant*; 2003-18: 651-654

9. Van Telligen A, Grooteman MPC, Bartels PCM et al. Long- term reduction of plasma homocysteine levels by super-flux dialyzers in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2001; 59: 342-347

10. Locatelli F, Andrulli S, Pecchini F et al. Effect of high-flux dialysis on the anaemia of haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15: 1399-1409

11. Van Ypersele de Strihou C, Jadoul M, Malghem J, Maldague B, et al; Effect of dialysis membrane and patient's age on signs of dialysis- related amyloidosis. The working Party on dialysis Amyloidosis. *Kidney Int* 39: 1012-1019, 1991