



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
"DR. ANTONIO FRAGA MOURET"  
CENTRO MÉDICO "LA RAZA"**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN NEFROLOGÍA

**Correlación entre la Sobrehidratación medida por Bioimpedancia  
Espectroscópica y Diámetro de Vena Cava Inferior por Ecocardiograma  
en pacientes en hemodiálisis**



**P R E S E N T A**

DRA. JUANA ALEJANDRA SERRANO RAMIREZ

ASESOR DE TESIS: DRA. IVONNE REYES SÁNCHEZ

INVESTIGADOR ASOCIADO: DR. JOAQUÍN GÓMEZ LEÓN.

Num. definitivo de protocolo: R-2012-3501-54

MÉXICO, D. F.

2013

---



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.

---

**DR. JESÚS ARENAS OSUNA**

**Jefe de la División de Educación Médica**

**UMAE "DR ANTONIO FRAGA MOURET"**

**CENTRO MEDICO "LA RAZA**

---

**DR. BENJAMIN VÁZQUEZ VEGA**

**Profesor titular del Curso de Posgrado de Nefrología**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**DRA. JUANA ALEJANDRA SERRANO RAMIREZ**

**Médico Residente de Nefrología**

**ÍNDICE**

RESUMEN	4
SUMMARY	5
INTRODUCCIÓN	6
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	12
DISCUSION	18
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	21
ANEXOS	23

**RESUMEN.**

**TITULO:** Correlación entre la Sobrehidratación medida por Bioimpedancia Espectroscópica y Diámetro de Vena Cava Inferior por Ecocardiograma en pacientes en hemodiálisis.

**OBJETIVO:** Determinar sobrehidratación mediante bioimpedancia espectroscópica en pacientes en hemodiálisis crónica y correlacionar con diámetro de vena cava inferior por ecocardiograma.

**MATERIAL Y METODOS:** Se analizaron 45 pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis, se determinó sobrehidratación mediante bioimpedancia espectroscópica al inicio y final de su sesión de hemodiálisis, posteriormente se midió diámetro de vena cava inferior. Diseño: se aplicó correlación de Pearson y validación de prueba diagnóstica, se determinó especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo y negativo de diámetro de vena cava inferior.

**RESULTADOS:** De 45 pacientes analizados, el 42%(19) fueron hombres y el 57%(26) mujeres. La mediana de edad fue 29 años (19 – 73). La mediana de Sobrehidratación en prehemodiálisis fue +3 lts (-2.3 – 7.6 ) y posthemodiálisis +1lt (-3.7--6.7) y del diámetro de vena cava inferior fue 10.9 mm/m<sup>2</sup>(3.8 -19.2). No hubo correlación entre grado de sobrehidratación por bioimpedancia por espectroscopia e incremento de diámetro de vena cava inferior. Se encontró correlación de Pearson con r de 0.14 y especificidad de 73.68%, sensibilidad de 61.54%, con un valor predictivo positivo de 76.19% y valor predictivo negativo de 58.33%.

**CONCLUSIONES:** De acuerdo a este estudio no hubo correlación entre grado de sobrehidratación medida por bioimpedancia espectroscópica y diámetro de vena cava inferior medida por ecocardiograma, encontrando además una baja especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo y negativo del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** Sobrehidratación, Bioimpedancia espectroscópica, Diámetro de Vena Cava Inferior.

**SUMMARY.**

**TITLE:** Correlation between Overhydration measured by Bioimpedance Spectroscopy and inferior vena cava diameter by echocardiogram in hemodialysis patients

**OBJETIVE:** To determine hydration by bioimpedance spectroscopy in hemodialysis patients and correlate with inferior vena cava diameter by two-dimensional transthoracic echocardiography in patients undergoing hemodialysis.

**MATERIALS AND METHODS:** We analyzed 45 patients with chronic kidney disease on hemodialysis for more than 3 months, was determined by bioimpedance spectroscopy fluid overload at the beginning and end of hemodialysis session, then was measured by echocardiography diameter of inferior vena cava. With a design validation of diagnostic test, was determined specificity, sensitivity, positive predictive value and negative of inferior vena cava diameter about bioimpedance spectroscopy, since the latter date is considered the "gold standard

**RESULTS:** Of the 45 patients analyzed, 42% (19) were males and 57% (26) were females. The median age was 29 years (19 - 73). The median Overhydration in prehemodiálisis was +3lts. (-2.3 - 7.6) and post-hemodialysis was +1 lt. (-3.7 - 6.7). The median IVC diameter was 10.9 mm/m<sup>2</sup> (3.8 -19.2). There was no correlation between the degree of hydration by bioimpedance spectroscopy and an increase in diameter of inferior vena cava. Pierson correlation was performed, finding an r of 0.14. We calculate a specificity of 73.68%, sensitivity of 61.54%, positive predictive value of 76.19% and negative predictive value 58.33%.

**CONCLUSIONS:** According to this study there was no correlation between the degree of hydration measured by bioelectrical impedance spectroscopy and the inferior vena cava diameter measured by echocardiography, also found a low specificity, sensitivity, positive and negative predictive value of it.

**KEY WORDS:** fluid overload, Bioimpedance spectroscopy, Inferior Vena Cava Diameter.

## INTRODUCCIÓN.

Durante la hemodiálisis el principal objetivo es la eliminación de líquido para lo cual la determinación de peso seco ha sido un problema hasta la fecha. El peso seco se define como el peso más bajo que el paciente puede tolerar al final de la sesión de hemodiálisis sin presentar síntomas intradialíticos o hipotensión, en ausencia de sobrecarga hídrica. La sobreestimación del peso seco puede llevar a sobrecarga hídrica crónica, y esta puede inducir hipertensión, edema y congestión pulmonar, y por otro lado su infraestimación puede llevar a estados de deshidratación y desarrollo de hipotensión (1). En la mayoría de los centros el peso seco es determinado clínicamente mediante un método de “ensayo y error”, el cual es impreciso ya que no toma en cuenta los cambios en el estado nutricional y masa magra. En una persona sana el peso seco fisiológico es resultado de la función renal normal, la permeabilidad vascular, la concentración sérica de proteínas y la regulación corporal del volumen. Teóricamente el peso seco en hemodiálisis debe ser menor que el peso seco fisiológico, como profilaxis por la ganancia de peso interdialítico. El cuerpo humano normalmente está compuesto de compartimentos líquidos y sólidos (2). Una evaluación exacta del volumen de un paciente requiere el conocimiento de 3 factores: a) volumen extra e intracelular, b) la cantidad de agua en cada compartimento y, c) la cantidad de solutos (3).

Al inicio de la hemodiálisis muchos pacientes han estado catabólicos varios meses por la enfermedad renal crónica y la hemodiálisis al mejorar la uremia origina un incremento de la masa corporal, la cual puede ser indetectable debido a una coincidente reducción de volumen extracelular, por lo que el peso corporal se mantiene sin cambios, de manera contraria una reducción de la masa corporal y un aumento del volumen extracelular durante una enfermedad aguda puede no ser detectado (4).

El ajuste no apropiado de peso seco puede reflejarse con condiciones mórbidas intradialíticas como la hipertensión arterial, ya que el 80% se relaciona con hipervolemia crónica (5), que depende de aumento en la ingesta de sodio y la expansión de líquido extracelular. La hipertensión es la principal causa de muerte en pacientes en hemodiálisis, es un importante factor de riesgo cardiovascular y complicaciones como hipertrofia ventricular izquierda y cardiopatía isquémica (6).

Es obvio que la evaluación clínica del peso seco es inexacta, por lo que se han usado diferentes técnicas, una de ellas es el diámetro de vena cava inferior medido por ecocardiograma, este es un método simple, no invasivo, tomado durante la espiración, en la zona subdiafragmática, se ha demostrado que correlaciona bien con presión venosa central, además en 1989 Cheriex et al. utilizó esta técnica para evaluar el peso seco en pacientes en hemodiálisis, encontrando que el diámetro de la vena cava inferior tomado en zona subdiafragmática correlaciona con la presión de la aurícula derecha y volumen sanguíneo circulante, demostrando mediante regresión lineal que el diámetro de vena cava mayor a 11 mm/m<sup>2</sup> se correlaciona con incremento en la presión auricular derecha y sobrehidratación, y la infrahidratación se definió como un diámetro de vena cava menor a 8 mm/m<sup>2</sup>, Katzarki et al. utilizó el diámetro de vena cava inferior para confirmar la hipótesis de existencia de hipertensión en pacientes con sobrecarga hídrica en hemodiálisis, encontrando que éste fue significativamente mayor en pacientes con hipertensión arterial (7).

En la actualidad existen numerosos métodos de estimación de la composición corporal entre los que destacan: dilución de isótopos, densitómetros, antropometría, energía dual por rayos X, imagen corporal por RM, TC o bioimpedancia. La bioimpedancia es el método más usado para estimar la composición corporal debido a su seguridad, facilidad de uso bajo costo y fácil traslado es un método preciso y objetivo y ha mostrado ser una herramienta útil para medir el peso seco (8). Desde el punto de vista eléctrico, el organismo se comporta como un cilindro o suma de cilindros conductores. La bioimpedancia eléctrica está basada en la oposición que cualquier organismo presenta al paso de una corriente eléctrica alterna, que habitualmente se emite y se recibe en los extremos de los cilindros, es decir la muñeca y en el tobillo. La bioimpedancia es el resultado de 2 componentes, la resistencia al paso de la corriente, que viene dada por el contenido de agua, lo que permite analizar el estado de hidratación y distinguir tejidos con gran cantidad de agua de los que tienen poca cantidad; el segundo componente es la reactancia, que determina la capacidad de las células para almacenar energía. Los 2 componentes tienen una representación vectorial, y su resultante es la impedancia, y el ángulo formado se le llama ángulo de fase. La bioimpedancia se clasifica de acuerdo a la frecuencia de la corriente alterna aplicada en monofrecuencia y multifrecuencia. La bioimpedancia multifrecuencia se basa en las medidas simultáneas de reactancia y



reactividad en frecuencias diferentes, y la monofrecuencia únicamente mide en una frecuencia, por lo que cuando se realiza a frecuencia baja la corriente eléctrica no es capaz de atravesar las membranas celulares, lo que representa un error, y la frecuencia alta no representa resistencia al paso de la corriente eléctrica, por lo que tampoco se considera confiable. La bioimpedancia por espectroscopia es un tipo de bioimpedancia multifrecuencia, la cual ha surgido como un método más desarrollado y con bases teóricas más complejas, el cual estima de manera más exacta el agua corporal total y mide la distribución de agua entre el espacio intra y extravascular. (8, 9, 10, 11). Recientemente se ha desarrollado un analizador de bioimpedancia por espectroscopia, el BCM (Body Composition Monitor), el cual mide la reactancia y reactividad de manera simultánea en 50 frecuencias diferentes, y el exceso de agua viene dado por la diferencia entre el agua corporal total y el agua de los tejidos magro y adiposo normohidratados. Mediante Bioimpedancia por espectroscopia por BCM, se puede determinar el grado de sobrehidratación en litros, considerando normal, +1 a - 1 litro, basados en la cantidad de agua extracelular, además se puede determinar cantidad de masa magra y masa grasa (12). Se demostró que la bioimpedancia por espectroscopia medida durante la hemodiálisis correlaciona de manera excelente el volumen ultrafiltrado con los cambios en el volumen extracelular y los cambios en el peso. Kow et al. comparó el volumen extracelular e intracelular en 29 pacientes en hemodiálisis, con 31 sujetos control, encontrando que los pacientes en hemodiálisis existe una marcada expansión del volumen extracelular, y, que este disminuye después de la sesión de hemodiálisis comparada con los sujetos controles(13).

La bioimpedancia por espectroscopia, es una herramienta relativamente nueva que evalúa de forma objetiva el estado de hidratación del paciente y su estado nutricional, este método es altamente reproducible y específico (13), y el equipo para su realización, el BCM (Body Composition Monitor) ha sido validado recientemente, Wizemann et al. en un estudio realizado en 2009, demostró que una sobrehidratación relativa de más de 1 litro, medida por este método se relaciona con un incremento en la mortalidad cardiovascular, se revisó la eficacia de este método, su exactitud para determinar el volumen corporal, la composición corporal y la sobrecarga hídrica en más de 1000 individuos sanos y pacientes, comparándolo con otros métodos disponibles considerados como estándar de oro como

---

absorciometría dual con rayos X, demostrando una excelente correlación con éstos.(14, 15).

## **MATERIAL Y METODOS.**

El presente estudio se realizó en la unidad de Hemodiálisis de Hospital de Especialidades “La Raza”, el objetivo fue determinar sobrehidratación mediante bioimpedancia por espectroscopia en pacientes en hemodiálisis crónica y correlacionar con diámetro de vena cava inferior por ecocardiograma bidimensional transtorácico.

Se calculó un tamaño de muestra de 46 pacientes, para un nivel de seguridad de 96%, un 7% esperado de pérdidas y una proporción esperada de 5%.

Se incluyeron pacientes con insuficiencia renal crónica terminal de cualquier etiología, que no se encuentren hospitalizados, hombres y mujeres con un rango de edad 18 a 80 años de edad, que pertenecían al programa de hemodiálisis hace más de tres y que aceptaron participar en el protocolo y firmaron consentimiento informado. Criterios de exclusión: pacientes que durante el estudio presenten descontrol hipertensivo, con una TAD > 110 mmHg, con pérdida de seguimiento, hemodinámicamente inestables, con hipoalbuminemia severa, considerada como albumina < 2.0 mg/dl, con infarto agudo del miocardio, insuficiencia tricuspídea severa y derrame pericárdico.

Se realizaron mediciones de peso, talla, tensión arterial, y bioimpedancia por espectroscopia con analizador Body Composition Monitor (BCM), de acuerdo a manual de usuario, antes y al finalizar su sesión de hemodiálisis, posteriormente se enviaron a ecocardiograma, el cual se realizó en consultorio de Ecocardiografía en 8vo piso de HECMR, por el Dr. Joaquín Gómez León, Médico Cardiólogo, Adscrito al servicio de Ecocardiografía, con el paciente en decúbito supino, en espiración forzada se midió la longitud de una línea recta que pasa en el centro de vena cava inferior y que conecta sus partes externas, en su desembocadura a la aurícula derecha mediante ecocardiograma bidimensional transtorácico, con equipo de ecocardiografía Philips Ei33 con sonda X6. Se recabaron los valores séricos de hemoglobina y albumina de su última determinación mensual.

Análisis estadístico: se realizó un análisis descriptivo de la información utilizando medidas de tendencia central (mediana), porcentajes y frecuencias, y medidas de dispersión (desviación estándar). Para validación de prueba diagnóstica, se

determino especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo y negativo de diámetro de vena cava inferior respecto a bioimpedancia por espectroscopia. Para conocer el grado de covarianza entre diámetro de vena cava inferior y sobrehidratación por bioimpedancia se utilizó la prueba de correlación de Pearson, con una prueba de significancia de dos colas considerándose significativa con un valor de  $r$  de 0.5.

El análisis se desarrolló utilizando el programa estadístico SPSS Statistics Versión 17

## RESULTADOS.

Se estudiaron 46 pacientes del programa de hemodiálisis crónica en Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional “La Raza”, de los cuales 1 presentó derrame pericárdico, por lo que se incluyeron en el análisis 45 pacientes.

### Características poblacionales.

De los 45 pacientes analizados, el 42%(19) fueron del género masculino y el 57%(26) fueron del género femenino.

La mediana de edad fue de 29 años, con un rango de 19 a 73 años.

La mediana de tensión arterial sistólica pre hemodiálisis fue de 146mmHg (100-189) y post hemodiálisis 140mmHg (80-180); y de tensión arterial diastólica pre hemodiálisis fue 81mmHg ( 57-123) y post hemodiálisis 80mmHg(58-110). El 31% de los pacientes presentaban hipertensión antes de su sesión de hemodiálisis y el 26% la presentaron al finalizar la misma. La mediana de hemoglobina fue de 10.9g/dl (8-14.6).

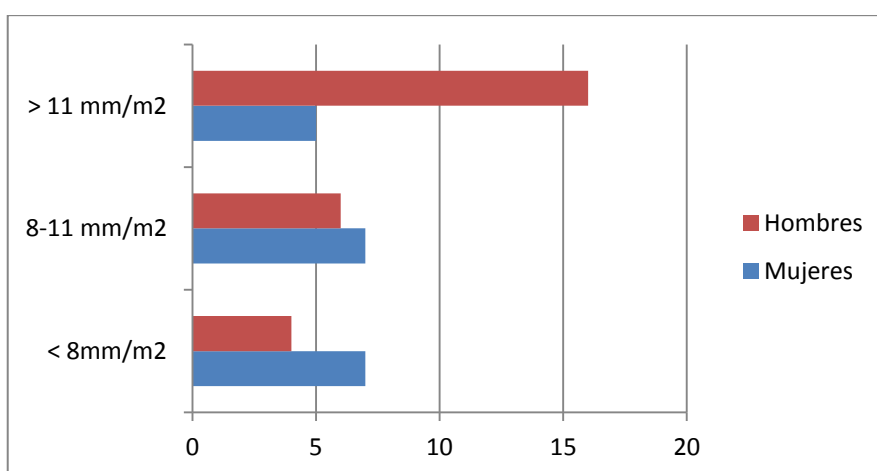
La mediana de albumina sérica fue de 3.9 mg/dl (2.3- 8)

**Tabla 1. Características generales de la población.**

Característica	N= 45	DS
Sexo Femenino	19(42.2%)	
Sexo Masculino	26(57.8%)	
Mediana Edad	29(19-73)	±15.44
Mediana de Tensión Arterial		
Pre hemodiálisis	146/81mmHg	±20.62/±12.8
Post hemodiálisis	140/80mmHg	±19.66/±13.13
Mediana IMC	21.4Kg/m <sup>2</sup> (17.6-43.5)	±4.95
Mediana de Albumina sérica	3.9 mg/dl (2.3-8)	±0.83
Mediana de Hb.	10.9g/dl (8-14.6)	±1.6

### Características de la población de acuerdo a Bioimpedancia por espectroscopia.

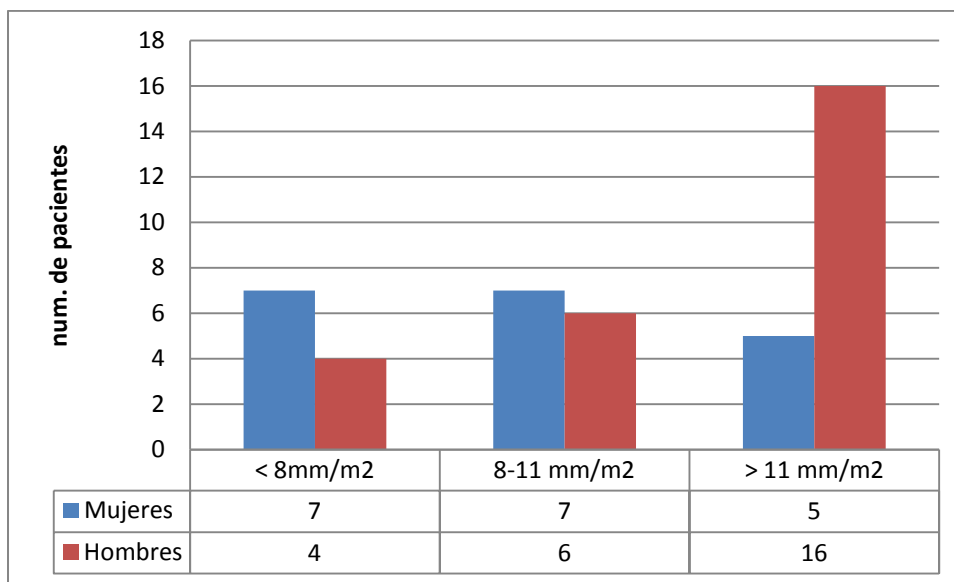
La mediana de Sobrehidratación en prehemodiálisis fue de +3 lts (-2.3 – 7.6 ) con DS  $\pm$  2.39 y posthemodiálisis +1lt(-3.7--6.7), con DS  $\pm$  2.11. De los 45 pacientes, el 21%(11 pacientes) se encontraban normohidratados y el 73% (33 pacientes) con sobrehidratación previo a su sesión de hemodiálisis. Al finalizar la sesión de hemodiálisis el 57% (26 pacientes) persistían con sobrehidratación (Gráfica 1).



**GRAFICA 1.** Comparación de estado de hidratación antes y después de sesión de hemodiálisis. Se observa que después de la sesión de hemodiálisis incrementa el número de pacientes infrahidratados y normohidratados, y que el 57%(26 pacientes) persisten sobrehidratados a pesar de la misma.

La mediana líquido extracelular prehemodiálisis fue 16.1lts (8-22.5) y posthemodiálisis 14.4lts. (7.1-20.4); y líquido intracelular fue de 16.5 lts. (7.3 – 23.4) prehemodiálisis y 16.2lts. (7.3- 23.4) posthemodiálisis, medidos por bioimpedancia por espectroscopia.

La mediana de índice de masa corporal fue 22.4 kg/m<sup>2</sup> (18.8 – 45.5) prehemodiálisis y 21.4kg/m<sup>2</sup> (17.6 – 46.5) posthemodiálisis (Gráfica 2).



**GRAFICA 2.** Determinación de IMC por bioimpedancia. Se observa el IMC dentro del rango normal en el 52.6% de las mujeres y 76% de los hombres. Del total de los pacientes el 4% presento bajo peso y el 28% tuvo sobrepeso.

La mediana de masa magra determinada por bioimpedancia por espectroscopia fue 12.8 kg/m<sup>2</sup>(4.4- 21.4) prehemodiálisis 12.7kg/m<sup>2</sup> (1.4 – 18.1) post hemodiálisis. De los 45 pacientes analizados solo el 51% (23 pacientes) se encontró dentro del rango de referencia para masa magra (13 hombres y 10 mujeres), el resto se encontró por debajo del mismo.

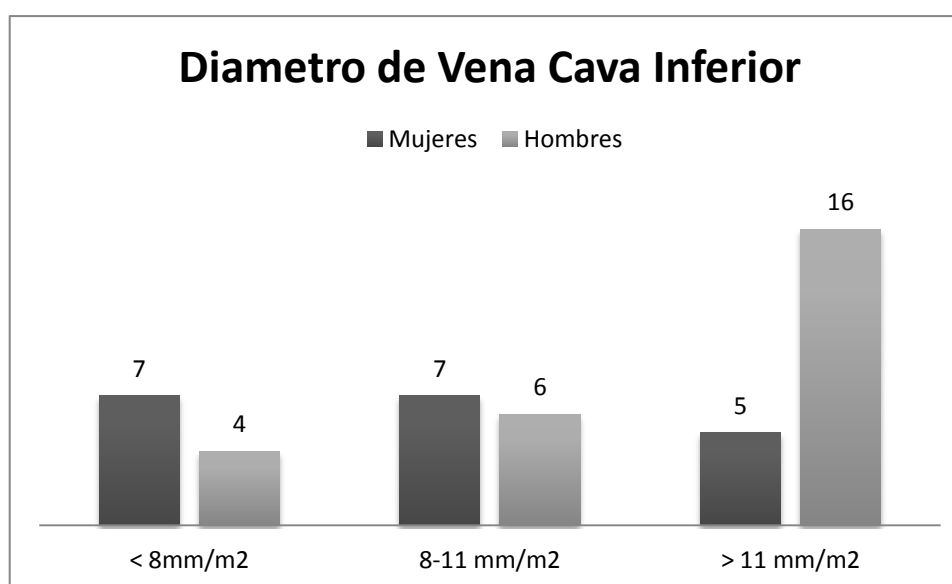
La mediana de masa grasa determinada por bioimpedancia fue de 9.1 kg/m<sup>2</sup> (1.7- 36.1) prehemodiálisis y de 9.1 kg/m<sup>2</sup> (1.3 – 35.4) posthemodiálisis. Del total de pacientes analizados solo 25 pacientes (55%) se encontraba dentro del rango de referencia para masa magra, de los cuales 8 (17%) fueron hombres y 17(37%) fueron mujeres; 3(6%) pacientes se encontraron por debajo del percentil 10, y el resto, 17 (37%) de los pacientes se encontraron por encima de percentil 90 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Características de la población de acuerdo a Bioimpedancia por Espectroscopia.

	PREHEMODIALISIS	POSTHEMODIALISIS	DIFERENCIA
Sobrehidratación	3 lts. (-2.3 – 7.6 )	1 lt. (-3.7--6.7)	+2 lts.
Volumen Extracelular	16.1lts. (8-22.5)	14.4lts. (7.1-20.4),	-1.7 lts.
Volumen Intracelular	16.5 lts. (7.3 – 23.4)	16.2 lts.(7.3- 23.4)	-3.0 lts.
Índice de masa Corporal	22.4 kg./m2 (18.8 – 45.5)	21.4kg./m2 (17.6 – 46.5)	1kg./m2
Índice de masa magra	12.8 kg./m2(4.4- 21.4)	12.7kg./m2 (1.4 – 18.1)	0.1kg./m2
Índice de masa grasa	de 9.1 kg./m2 (1.7- 36.1)	9.1 kg./m2 (1.3 – 35.4)	0 kg./m2

### Características de la población en cuanto al diámetro de vena cava inferior.

La mediana de diámetro de vena cava inferior fue de 10.9 mm/m<sup>2</sup> (DS ±3.31). En la población masculina el 61% tuvo un diámetro de vena cava inferior > 11mm/m<sup>2</sup> de SC, y el 23% tuvo un diámetro de 8-11mm/m<sup>2</sup>. De las mujeres solo el 26% tuvo un diámetro de vena cava inferior mayor a 11mm/m<sup>2</sup> y el 36% se encontró dentro de rango normal. Del total de pacientes el 46% tuvo un diámetro de vena cava inferior >11mm/m<sup>2</sup> (Gráfica 3).



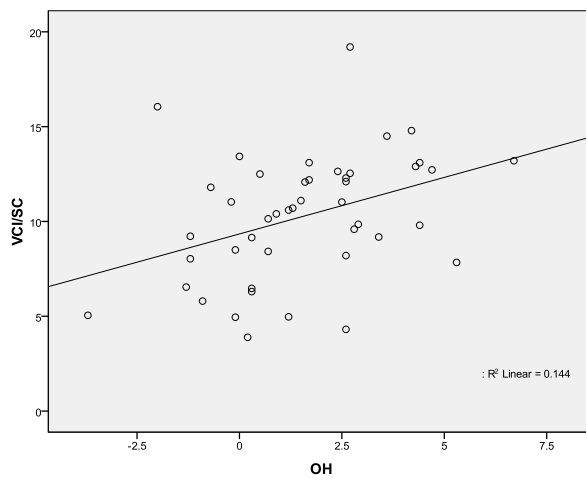
**GRÁFICA 3.** Medición de diámetro de vena cava inferior en hombres y en mujeres. Se observa que el 61% de los hombres y sólo el 26% de las mujeres tienen un diámetro de vena cava inferior por encima de límite normal.



**Correlación de diámetro de vena cava inferior con sobrehidratación por bioimpedancia por espectroscopia.**

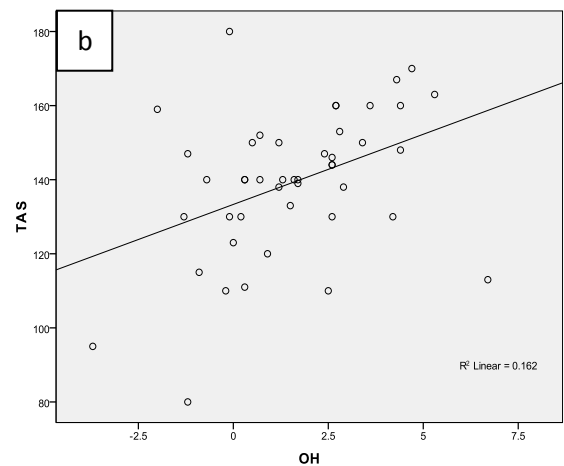
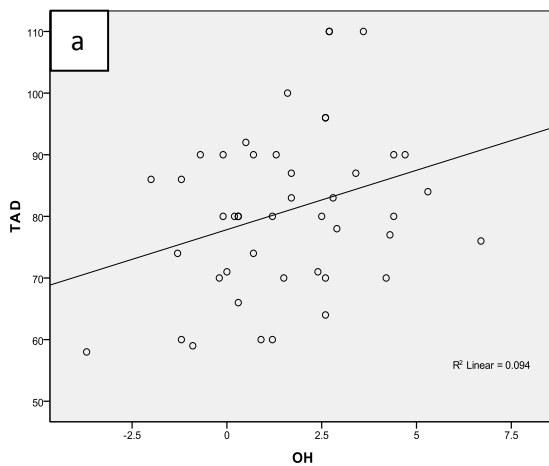
No se encontró correlación entre el grado de sobrehidratación por bioimpedancia por espectroscopia y el incremento de diámetro de vena cava inferior.

Se realizó correlación de Pearson, encontrando una  $r$  de 0.14, que no se considera significativo. (Gráfica 4).



**GRÁFICA 4.** Correlación entre sobrehidratación medida por bioimpedancia espectroscópica y diámetro de vena cava inferior. No se encontró correlación entre estas 2 variables. Se calculó una  $r = 0.144$ .

Se correlacionó además la sobrehidratación con la presión arterial sistólica y diastólica, encontrando en ambos una  $r$  menor a 0.5. (Gráfica 5).



**GRÁFICA 5.** Correlación de Sobrehidratación con bioimpedancia y tensión arterial. No se encontró correlación entre el grado de sobrehidratación y la cifra de tensión arterial diastólica (a) y sistólica (b), con una  $r = 0.094$  y  $0.162$  respectivamente.

### **Especificidad, Sensibilidad, Valor predictivo positivo y negativo de diámetro de vena cava inferior.**

De los 45 pacientes analizados, 26(57%) se encontraron sobrehidratados al finalizar su sesión de hemodiálisis, y de éstos solo 16(35%) presentaron incremento de diámetro de vena cava inferior medida mediante ecocardiograma.

En 21 pacientes se encontró un diámetro de vena cava inferior mayor a 11mm/m<sup>2</sup> SC, de los cuales solo 16 pacientes presentaba sobrehidratación medida por bioimpedancia espectroscópica.

Por lo tanto se calculo una especificidad de 73.68%, sensibilidad de 61.54%, con un valor predictivo positivo de 76.19% y valor predictivo negativo de 58.33% (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis Estadístico de Diámetro de Vena Cava Inferior como prueba diagnóstica.

		95 % I.C.	
		Límite inferior	Límite superior
<b>Pacientes correctamente diagnosticados</b>	<b>66.67%</b>	50.95%	79.56%
<b>Sensibilidad</b>	<b>61.54%</b>	40.73%	79.09%
<b>Especificidad</b>	<b>73.68%</b>	48.58%	89.88%
<b>Valor predictivo positivo</b>	<b>76.19%</b>	52.45%	90.88%
<b>Valor predictivo negativo</b>	<b>58.33%</b>	36.94%	77.20%

## DISCUSION.

De acuerdo a la literatura la hipertensión arterial sistémica y sus complicaciones constituyen la principal causa de muerte en pacientes en hemodiálisis, y el 80% de ésta se relaciona con la sobrehidratación crónica, de ahí la importancia de la determinación exacta del peso seco en éstos pacientes.

En nuestro estudio el 26% de los pacientes cursaban con hipertensión a pesar de haber recibido sesión de hemodiálisis, y de estos solo en el 23% se encontró sobrehidratación medida por bioimpedancia, lo cual está muy lejos de lo reportado en la literatura, probablemente debido al diversos factores que no se analizaron como lo fue el uso de antihipertensivos, el balance de sodio dietético y en las sesiones de hemodiálisis, la cantidad de uresis residual, ni la contribución del sistema renina angiotensina.

Se analizaron además como parámetros de calidad de diálisis el nivel de hemoglobina encontrando que 46% de los pacientes no se encontraba en el rango recomendado para pacientes con enfermedad renal crónica (Hb. 11-12g/dl).

En cuanto al estado nutricional se midió la cantidad de tejido magro encontrando en el 52% de los pacientes un percentil debajo de 10 y solo en el 3% de los pacientes se encontró albumina menor de 3.

Al correlacionar la sobrehidratación medida por bioimpedancia con el diámetro de la vena cava inferior por ecocardiograma encontramos una  $r = 0.14$ , por lo que ésta se considera una correlación débil, además se calculó especificidad y sensibilidad encontrando 73.68% y 61.54% respectivamente, y de acuerdo a esto, el 66.6% de los pacientes serán diagnosticados correctamente con ésta prueba.

De acuerdo los resultados en nuestra población el diámetro de la vena cava inferior no se considera un método confiable para determinar el peso seco en pacientes en hemodiálisis, al contrario de lo que se había demostrado en estudios previos (Cherix et al.1989), sin embargo se debe tener en cuenta que en éstos la correlación se realizó con el método clínico, el cual se ha demostrado es inespecífico e inexacto.

Al correlacionar el grado de sobrehidratación con al cifras de tensión arterial sistólica y diastólica encontramos una r de 0.162 y 0.094, lo que corrobora lo inexacto del método clínico para determinar el peso seco.

Antes de desechar la medición de diámetro de vena cava inferior como dato de sobrehidratación se deberán realizar estudios con una población mayor, ya que este fue uno de los puntos débiles de este estudio, además se deberá tomar en cuenta el alto porcentaje de pacientes con desnutrición y anemia que pudo interferir con el resultado, ya que esto teóricamente incrementa el volumen extracelular, pero desconocemos sus efectos a nivel de diámetro de vena cava inferior.

La bioimpedancia espectroscópica, es en la actualidad el método más específico para la determinación del peso seco, sin embargo el disponer de este recurso en nuestro medio es lo que limita su utilización en la práctica clínica diaria.

## **CONCLUSIONES.**

De acuerdo a este estudio no hubo correlación entre el grado de sobrehidratación medida por bioimpedancia por espectroscopia y el diámetro de vena cava inferior medida por ecocardiograma, encontrando además una baja especificidad, sensibilidad, valor predictivo positivo y negativo del mismo, y de acuerdo a esto solo el 66.6% de los pacientes serán diagnosticados correctamente.

Al no encontrar correlación en la medición por ecocardiografía de la vena cava inferior validada previamente de acuerdo al método clínico vs bioimpedancia por espectroscopia (estándar de oro en la actualidad), se debe de intentar disponer de este último recurso en toda unidad de hemodiálisis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Kouw PM, Kooman JP, Cheriex EC, Olthof CG. Assessment of postdialysis dry weight: a comparison of techniques. *JASN* Jul 1, 1993: 98-104
2. Henderson Lee W. Symptomatic hypotension during hemodialysis. *Kidney Int.*1980; 17: 571–576.
3. Charra B, Laurent G, Chazot C, Calemard E, Terrat JC. Clinical assessment of dry weight. *Nephrol Dial Transplant* 1996: 16–19.
4. Cheigh JS, Milite C, Sullivan JF, Rubin AL, Stenzel KH. Hypertension is not adequately controlled in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 1992: 453–459.
5. Fishbane S, Natke E, Maesaka JK. Role of volume overload in dialysis-refractoryhypertension. *Am J Kidney Dis.* 1996: 257–261.
6. Hörl Matthias P, Hörl Walter H. Normovolemia is a therapeutic target for hypertension. *Nature Review.* 2009: 438-439.
7. Jaeger Jack Q, Mehta Ravindra L. Assessment of Dry Weight in Hemodialysis: An Overview. *JASN.* 1999: 392–403.
8. Levin NW, Zhu F, Seibert E, Ronco C, Kuhlmann MK. Use of segmental multifrequency bioimpedance spectroscopy in hemodialysis. [Contrib Nephrol.](#) 2005:162-7.
9. Caravaca F, Martinez del Viejo C, Villa J, Martinez Gallardo R, Ferreira F. Hydration status assessment by multi-frecuency bioimpedance in patients with advanced chronic kidney disease. [Nefrologia.](#) 2011: 537-544.
10. Earthman C, Traughber D, Dobratz J, Howell W. Bioimpedance spectroscopy for clinical assessment of fluid distribution and body cell mass. *Nutr Clin Pract* 2007: 389-405.
11. Moissl UM, Wabel P, Chamney PW, Bosaeus I, Levin NW, Bosy-Westphal A, et al. Body fluid volume determination via body composition spectroscopy in health and disease. *Physiol Meas* 2006: 921-33.
12. Lopez Gomez JM. Evolucion y aplicacion de la bioimpedancia en pacientes con enfermedad renal cronica. *Nefrologia* 2011: 630-634.

13. Machek Pert, Jirka Tomas, Moissl Ulrich, Chammney Paul et al. Guided optimization of fluid status in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2010: 538–544
14. Abel Peter, Chamney Paul, Moissl Ulrich, Jirka Tomas. Importance of Whole-Body Bioimpedance Spectroscopy for the Management of fluid Balance. *Blood Purif*. 2009:75-80.
15. Savaz Sipahi, Ender Hur, Saadet Dermitas et al. Body composition monitor measurement technique for the detection of volume status in peritoneal dialysispatients: the effect of abdominal fullness. *Int Urol Nephrol*. 2011; 43: 1195–1199

## ANEXOS.

Rangos de referencia para Bioimpedancia por espectroscopia.

