



---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

SECRETARÍA DE SALUD

HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

SERVICIO DE NEFROLOGÍA

TÍTULO DE LA TESIS:

**'ANÁLISIS DE CONCORDANCIA ENTRE BIOIMPEDANCIA Y FORMULA DE WATSON PARA CALCULO DE PESO SECO EN PACIENTES EN PROGRAMA CRÓNICO DE HEMODIÁLISIS EN EL SERVICIO DE NEFROLOGÍA HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO.'**

**T E S I S   D E   P O S G R A D O**

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

***Dra. Jasmín Lázaro Figueroa***

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**ESPECIALISTA EN NEFROLOGÍA**

**ASESOR DE TESIS::**

***Dr. en C. Arturo Reyes Marín.***

México , Distrito Federal, Agosto de 2012.



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. CARLOS VIVEROS CONTRERAS  
**DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA**  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

---

DRA MARÍA DEL SOCORRO VITAL FLORES  
**JEFE DEL SERVICIO DE NEFROLOGÍA**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEFROLOGÍA**  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

---

DR. ARTURO REYES MARÍN  
**MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE NEFROLOGÍA**  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

## A G R A D E C I M I E N T O S

A mis padres, hermanos, maestros, compañeros y amigos que me han apoyado y me han permitido lograr las metas propuestas en el ámbito personal y profesional

Un especial agradecimiento a todos lo que con su entusiasmo trabajan día tras día para consolidar el servicio de Nefrología y lo fortalecen con sus excelentes aportaciones.

## D E D I C A T O R I A

**A mis padres:**

**Por todo el amor y el infinito apoyo que he recibido a lo largo de mi vida, a mis hermanos por siempre creer en mí**

**En especial a tí Abril que has sido el mayor incentivo en mi vida**

ÍNDICE	PÁGINA
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
MARCO TEÓRICO .....	3
JUSTIFICACIÓN .....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
OBJETIVOS .....	15
MATERIAL Y MÉTODOS .....	16
RESULTADOS .....	19
DISCUSIÓN .....	31
CONCLUSIÓN .....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35

## RESUMEN

**Objetivo:** realizar análisis de concordancia entre fórmula de Watson y Bioimpedancia para cálculo de peso seco, en pacientes en hemodiálisis crónica; para el mejor control de peso en pacientes con hemodiálisis.

**Pacientes y métodos:** estudio prospectivo, observacional, descriptivo, transversal, comparativo; que incluyó 27 pacientes con Enfermedad Renal crónica estadio 5 (NKF) en hemodiálisis crónica, en la unidad de Hemodiálisis del Hospital Juárez de México. Durante el periodo comprendido de Mayo a Julio de 2012 a los cuales se les calculó agua corporal total por método de Bioimpedancia y fórmula de Watson se hizo comparación entre las mismas usando coeficiente *Pearson* y expresado en forma de gráfica de Bland-Altman.

**Resultados:** los siguientes hallazgos: 14 mujeres (51.85%) y 13 hombres (48.15%); en cuanto a la etiología con la siguiente distribución: nefropatía Lúpica: 2 pacientes (7.41%), nefropatía diabética 2 pacientes (7.41%); uropatía obstructiva: 1 paciente (3.70%), etiología no determinada: 22 pacientes (81.48%). En cuanto a la correlación entre el cálculo del peso seco por bioimpedancia y por fórmula de Watson, se obtuvo una  $r$  de 0.99,  $r^2 = 0.81$  ( $p < 0.05$ ).

**Discusión:** con los resultados obtenidos en el estudio se infiere que el resultado obtenido por método de Watson es muy similar al obtenido por bioimpedancia, por lo que puede obviarse en algunas condiciones uso de bioimpedancia, reduciendo costos en pacientes nefrológicos; lo anterior expresado para la población estudiada, ya que la  $n$  estudiada reducida, representa una de las debilidades del estudio.

**Conclusiones:** existe una buena correlación positiva entre los resultados obtenidos para el cálculo del peso seco y el valor obtenido calculado por fórmula de Watson para el grupo de pacientes estudiados. No existe diferencia estadísticamente significativa entre un método y otro.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad Renal Crónica (ERC), es considerada actualmente un problema de salud pública a nivel mundial, la cual ha mostrado un incremento importante en la prevalencia e incidencia; representa además una carga económica importante y recursos requeridos para la atención de la población de pacientes con enfermedad renal <sup>(1)</sup>.

Hoy en día, la principal causa de insuficiencia renal en fase terminal es la diabetes Mellitus tipo 2 considerada como pandemia mundial. Lo cual presenta una progresión extraordinariamente elevada, y de acuerdo a predicciones, se duplicará el número de pacientes con diabetes tipo 2 en todo el mundo en los próximos 25 años. Ésto dará lugar a un correspondiente aumento en el número de pacientes con enfermedad renal crónica, así como el número de pacientes potenciales con enfermedad renal crónica que requerirá en un futuro, terapia de reemplazo renal<sup>(2)</sup>.

Dado que en la composición corporal del paciente urémico existen cambios secundarios a la desnutrición o a retención de líquidos, con o sin edema aparente, las mediciones seriada de peso seco y agua corporal total representan importancia capital que, aunque fáciles de obtener, pueden no ser precisas, puesto que los parámetros de referencia se obtienen de población sana <sup>(2)</sup>.

Recientemente, se ha popularizado el uso de impedancia bioeléctrica (IBE) para medir agua corporal total y la composición corporal.

El estudio de bioimpedancia proporciona un análisis de la composición corporal de la cual se obtienen conclusiones referentes al estado de hidratación y nutrición. Aunque su uso se está generalizando en los enfermos con enfermedad renal crónica, la validación de esta técnica es insuficiente ya que hay pocos estudios que analicen la concordancia entre los parámetros de la bioimpedancia y los datos clínicos.

El propósito del presente estudio es realizar un análisis del coeficiente de concordancia entre bioimpedancia y fórmula de Watson para el cálculo de peso seco en pacientes en hemodiálisis crónica.

## MARCO TEÓRICO

### ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA

La enfermedad renal crónica (ERC) es un problema de salud pública a nivel mundial y en constante aumento; afecta a un porcentaje considerable de la población y en algunos lugares como Estados Unidos de Norteamérica y Europa se reporta una incidencia alrededor de un 13–16%, pero la prevalencia varía de acuerdo a la población estudiada, reportándose desde 2 hasta 16% según la serie tomada como referencia <sup>(1)</sup>. Esta enfermedad se encuentra asociada a patología cardiovascular (CV) con un elevado costo económico. La progresión de la ERC es constante; con presencia de múltiples comorbilidades que la complican, y mortalidad principalmente CV, que se ha reportado se presenta desde un 9% hasta un 50% de pacientes con ERC sometidos a tratamiento sustitutivo de la función renal (TSFR), mientras que en pacientes urémicos la incidencia de mortalidad se eleva hasta 20 veces comparado con la población general <sup>(2,3)</sup>.

En México no existe cifras estadísticas precisa sobre la enfermedad renal crónica, pero se conoce que se va en aumento, lo anterior debido principalmente a alta prevalencia de nefropatía diabética y de enfermedades cardiovasculares asociadas <sup>(4)</sup>. Se estima que en México existe una tasa de ERC de 300 a 600 casos por millón de habitantes <sup>(5)</sup>, de los cuales tan solo 268 pacientes por millón de habitantes recibe tratamiento. Lo anterior determinado por la limitante de esa población al acceso a los servicios de salud <sup>(6)</sup>.

Desafortunadamente la ERC continúa incrementándose con una pobre sobrevida asociada a las complicaciones cardiovasculares en un porcentaje importante y a múltiples comorbilidades asociadas <sup>(7)</sup>.

### MODALIDADES DE TERAPIA SUSTITUTIVA DE LA FUNCION RENAL

Tras el diagnóstico y estadificación de ERC ya en estadio 5 (con un filtrado glomerular  $<15 \text{ ml/min/1.73m}^2$ ), se debe considerar inicio de la TSFR de acuerdo a datos clínicos de paciente; tomando en cuenta la decisión del paciente con respecto al inicio de tratamiento, situación de apoyo familiar, disponibilidad de terapia y recomendaciones del equipo médico.

Las opciones de manejo de la ERC se dividen en 3 grandes grupos que son: trasplante renal, diálisis peritoneal (DP) y hemodiálisis (HD) como se muestra en la siguiente tabla <sup>(8)</sup>.

<b>Tabla I.- OPCIONES DE TERAPIA CRÓNICA DE REEMPLAZO RENAL</b>
<b>Trasplante renal</b>
. Donador Cadavérico
Donador vivo Relacionado
Donador vivo emocionalmente relacionado
<b>Diálisis Peritoneal</b>
Diálisis peritoneal continua ambulatoria
Diálisis peritoneal continua cíclica
<b>Hemodiálisis</b>
Convencional: 3 -5 hrs, 3 veces por semana
En un centro de HD
HD casa
HD nocturna en casa
Nocturna en un centro de HD

Los objetivos de la TSFR son: prolongar la vida, revertir síntomas de uremia, reintegración a la sociedad modificando el estilo de vida y actividades cercanas o similares a las realizadas previo al diagnóstico de ERC; mantener un adecuado balance nitrogenado e ingesta energética, minimizando los inconvenientes de la terapia y la enfermedad, tratando de mantener una adecuada calidad de vida <sup>(8)</sup>.

## HEMODIÁLISIS

### BASES CIENTÍFICAS

La hemodiálisis consiste en la depuración de solutos mediante la difusión de los mismos a través de una membrana semipermeable, como consecuencia de la diferencia de concentración que existe entre los compartimentos separados por dicha membrana. Esta técnica surge sustentada en dos conceptos: 1) pérdida de la función renal determinada por la acumulación en sangre y otros fluidos del cuerpo de sustancias normalmente excretadas por el riñón, lo que contribuye y/o causa alteraciones clínicamente detectables. 2) Los solutos acumulados pueden ser eliminados de la sangre, y consecuentemente de los tejidos por un proceso de difusión o diálisis <sup>(9)</sup>.

El término *uremia*, descrito como un desequilibrio químico, ha sido objeto de estudio de numerosos científicos desde el siglo XVIII, en el que *Rouelle le Cadet* la definió como '*una sustancia jabonosa presente en numerosas especies animales, incluyendo al ser humano*'. En el siglo XIX cuando *Bostock* y *Prout*, trabajando de forma independiente en su laboratorio Londinense, demostraron la presencia de urea en sangre de pacientes con enfermedad de Bright (nefritis con hematuria y proteinuria intensa), con disminución de la producción de orina; también demostró la presencia de pequeñas cantidades de urea en la sangre de individuos sanos. Estos datos fueron corroborados por Robert Christison en 1882, al sugerir la hipótesis de la insuficiencia renal como un estado tóxico debido a la retención de sustancias químicas <sup>(9)</sup>

Se considera al padre intelectual de la diálisis a *René Dutrochet* (1776-1847), el cual realizó estudios sobre la ósmosis, describiendo el paso de agua a favor de gradiente de concentración de sales, sus estudios se enfocaron en el paso de agua hacia y desde el interior de las células, y postuló que en la orina se formaba un proceso de filtración química. Pasaron más de 2 décadas hasta que el medico escocés *Thomas Graham*, se convirtiera (por sus trabajos) en el padre de la diálisis clínica <sup>(9)</sup>

Tras los primeros descubrimientos que dieron cuerpo físico y científico a la diálisis, pasaron más de 50 años hasta que en 1913 John J. Abel desarrollará el primer 'riñón artificial' con una membrana de nitrocelulosa, de éste modo, el desarrollo de las técnicas de diálisis se ha sustentado no sólo en los avances tecnológicos, en la creación de nuevas y mejores membranas de diálisis y de líquidos empleados; además estos

avances aislados no habrían aportado todo su potencial sin la aparición de otros elementos, como la creación del primer acceso vascular permanente de teflón por *Scribner* y *Quinton*, el descubrimiento de los primeros anticoagulantes como la hirudina (*Friederich Franz* 1903) y el posterior descubrimiento de la heparina por *Jay Mac Lean* en 1916 <sup>(9)</sup>.

El primer uso de hemodiálisis fue dado por EEUU en la guerra de Corea (1950-1953), siendo aplicada a los combatientes heridos por arma de fuego y que padecían insuficiencia renal aguda, demostrándose en ellos la eficacia de la hemodiálisis; pues permitió reducir la mortalidad de estos pacientes de un 91% registrado en la primera guerra mundial como en un 50%. Esto supuso la apertura hacia el tratamiento no solo de la insuficiencia renal aguda sino también para la enfermedad renal crónica. En 1956 aparece el primer dializador desechable y de mayor capacidad, por su disposición en bobina (coil), el Twin coil de Travenol. Este hecho, junto al perfeccionamiento de la fístula arteriovenosa por Cimino- Brescia, han acelerado los avances y las perspectivas de la hemodiálisis <sup>(10)</sup>.

Tras los primeros años de intenso desarrollo y gran avance en las perspectivas de la hemodiálisis, tuvieron que pasar 30 años hasta que Von Albertini ensayara una nueva pauta de tratamiento, convirtiéndose en el padre de la diálisis moderna.

## MECANISMO DE TRANSPORTE

La hemodiálisis es la depuración de solutos tras la difusión de los mismos esto a través de una membrana semipermeable, como consecuencia de la diferencia de concentración que existe entre los dos compartimentos que separa dicha membrana (sangre por un lado y el líquido de diálisis por el otro )Así pues debemos conocer los tipos de membrana existentes y las fuerzas o mecanismos de transporte que interviene en el paso transmembrana para poder abordar las distintas técnicas empleadas en la hemodiálisis. Los mecanismos de transporte implicados en el paso de sustancias a través de la membrana del dializador son:

- 1) Difusión: a favor del gradiente de concentración desde la sangre hacia el líquido de diálisis.
  - 2) Ultrafiltración ó transporte acuoso por convección a favor de gradiente de presiones.
  - 3) Redistribución ó paso de solutos por difusión desde el líquido de diálisis a la sangre.
  - 4) Retrofiltración o paso de agua proveniente del líquido de diálisis hacia la sangre, a través del movimiento convectivo retrógrado.
- a) Difusión: Consiste en la depuración de solutos de pequeño peso molecular, restringiendo el paso de proteínas y células, tras la difusión de los mismos a través de una membrana semipermeable, como consecuencia de la diferencia de concentración entre ambos compartimentos que separa dicha membrana. Donde el flujo de soluto por difusión, no solo depende del gradiente de concentración, sino también de la temperatura, de la superficie y espesor de la membrana y del coeficiente de difusión del soluto. Así, la difusión se expresa, según la ley de Fick como: El método más común para valorar la eficacia difusiva de un dializador que es el aclaramiento (K).

Aclaramiento se define como el flujo neto de un soluto a través del dializador o bien, como el número de mililitros de sangre que han sido totalmente depurados de un soluto determinado en un minuto. Así, el aclaramiento del dializador se obtiene multiplicando el flujo sanguíneo por el porcentaje de descenso de la concentración de soluto a paso por el dializador.

- b) **Convección:** La aplicación de presiones transmembrana elevadas provoca el paso de agua de la sangre al líquido de diálisis (ultrafiltración) o bien en sentido inverso (retrofiltración). Los solutos son removidos por convección a la misma concentración que se encuentra, como única limitación de los límites del tamaño del poro de la membrana. Movimientos de solutos de peso molecular superior a 500 Daltons, las cuales pasan con dificultad la membrana dializante cuando se aplica difusión. El flujo convectivo de un soluto va a depender de la cantidad de líquido ultrafiltrado, de la concentración de soluto en el agua plasmática, y de las características de cribado de la membrana con respecto a ese soluto.
- c) **Retrodifusión:** La retrodifusión es el paso de solutos de líquido desde el líquido de diálisis hacia la sangre, como diferencia de una concentración inversa. Es utilizada para los solutos que se deseen aportar a la sangre como: ión bicarbonato calcio, etc.
- d) **Retrofiltración:** Es el paso de agua desde el líquido de diálisis hacia la sangre. Esta retroalimentación se debe a un mecanismo hidráulico de sentido contrario a la ultrafiltración. Por tanto se va a producir cuando la presión en el flujo de líquido de diálisis es superior a la existente en la sangre.

### **HIPERTENSIÓN Y HEMODIÁLISIS**

La hipertensión arterial sistémica es la segunda causa principal de enfermedad renal crónica en etapa terminal (ESRD) en Estados Unidos; está presente en hasta 90% de los pacientes con ESRD independientemente de la etiología de la enfermedad renal crónica <sup>(1)</sup>. La hipertensión se reconoce como un importante factor de riesgo modificable para la progresión de la enfermedad renal crónica (ERC) con la morbilidad cardiovascular y enfermedad renal terminal en general y morbilidad cardiovascular y enfermedad renal terminal en general, y mortalidad. Los mecanismos responsables de la HTA en pacientes con ESRD incluyen el aumento de volumen extracelular, el aumento de activación del sistema simpático y sistema renina angiotensina aldosterona (RAAS) así como las anomalías a nivel de la vasculatura, disfunción células endoteliales, aumento del estrés oxidativo, condicionando rigidez arterial, y la exposición a exógenos mediadores como agentes estimulantes de la eritropoyesis (AEE).

La hipertensión arterial sistémica como causa y consecuencia de la enfermedad renal crónica y enfermedad renal crónica terminal en adultos se relaciona con incremento

como comorbilidad conforme avanza la etapa de la ERC. La prevalencia de Hipertensión no controlada en pacientes con HD es elevada hasta un 80 – 90%. Por lo que se recomienda mantener T/A < 140mmHg pre-HD y < 130mmHg post hemodiálisis (KDOQI). La hipertensión arterial intradiálisis, se define como un aumento de 10mmHg en la presión arterial sistólica pre y pos hemodiálisis, la presión arterial sistólica pre y post hemodiálisis, la cual se produce hasta en un 15% de la población en hemodiálisis la cual se asocia con una mayor morbilidad y mortalidad. De forma reciente, se ha hecho hincapié en que cada medición de tensión arterial tomadas en cada unidad de hemodiálisis puede no ser tan útil en cuanto a la valoración de tratamiento de diálisis, debido a que las mediciones realizadas de presión arterial tiene escasa concordancia con las realizadas en el hogar, las que se realizan de forma ambulatoria y las realizadas en la unidad de hemodiálisis durante el período interdialítico.

La incapacidad para excretar sodio y agua por disfunción renal contribuye al aumento de volumen extracelular, repercutiendo con un aumento en el gasto cardiaco y el aumento de presión arterial en pacientes con hemodiálisis. Aunque también interfieren otros factores relacionados con aumento de la resistencia vascular periférica, los cuales se encuentran involucrados en la patogénesis de la hipertensión, por tanto, éste es el objetivo de llevar a paciente a peso seco. Por lo que la ganancia de peso interdialisis (aumento de peso global/peso seco estimado) x 100 predice un aumento de la presión arterial pre hemodiálisis sistólica, con una gran reducción en la presión sistólica de pre a post hemodiálisis sobretodo en pacientes no diabéticos jóvenes y que cuente con peso seco mayor al estimado.

Conceptualmente, la reducción lenta de peso seco estimado a través del tiempo con poco cambios en el aumento de peso interdialisis podría bajar la presión arterial sin imponer excesivas restricciones en la dieta de los pacientes. Por lo que una reducción gradual de peso seco conduce a la mejora de la presión arterial ambulatoria en pacientes hipertensos en HD. El concepto de controlada la presión arterial al conseguir el menor volumen extracelular posible fue denominado como 'peso seco' por Thompson en 1967. Una definición más completa surgió posteriormente: *es el peso postdiálisis en el cual el paciente está y permanece normotenso hasta la próxima diálisis a pesar de la retención de fluido interdialítico y estando sin tratamiento o con antihipertensivos.*

Es por ello que la inadecuada remoción de volumen es el principal factor causal de de HTA. Se ha descrito también la presencia de una sustancia endógena llamada ouabaína que inhibe los transportadores Na-K-ATPasa lo que disminuye la reabsorción de sodio, aumentando la concentración de este e inhibiendo el flujo de calcio, lo que incrementa el calcio intracelular con lo consiguiente el aumento del tono vascular y la resistencia periférica.

### **ANTECEDENTES ESPECÍFICOS**

El agua es el mayor componente químico del cuerpo y medio interno y es constante en los sujetos normales con una fluctuación diaria del 5% por procesos fisiológicos en curso, consumo de agua, pero esta relación se ve alterada en las enfermedades, especialmente en la insuficiencia renal. La medición de agua corporal total se realiza de forma frecuente para valorar la composición corporal y estado nutricional en sujetos con enfermedad renal terminal.

En los pacientes en diálisis se necesita una medición precisa de la misma ya que tiene relación con el modelo cinético de la urea y sus implicaciones en cuanto a peso seco; su medición exacta es difícil y se requieren técnicas de dilución isotópicas las cuales no son fácilmente aplicables al entorno clínico, no obstante varios métodos indirectos de estimación se emplean en investigación y en unidades de diálisis incluyendo las siguientes: una constante de fracción de peso corporal 58% fórmula de Watson, Hume, Chertow Sahlgrenska, Chumlea y Lee, todas ellas comparadas contra un medio de referencia actual disponible (análisis usando multifrecuencia bioeléctrica de impedancia<sup>(41)</sup>

El conocimiento del contenido de agua corporal es básico para la descripción de la composición humana; si sus valores están disponibles podemos ser capaces de determinar las variaciones en sus fracciones, incluidos grasas, sólidos y agua; por lo general se usan métodos estimados por dilución usando sustancias que difunden en los compartimentos generales. El equipo para su medición no siempre está disponible y además de ello lleva tiempo; y para una aproximación rápida se han establecido mediciones antropométricas que estiman el agua corporal total; de las cuales existen múltiples fórmulas.: Watson, Hume, Sahlgrenska, Chumlea and Lee, dentro de las cuales Watson tiene la característica de demostrar su aplicabilidad en todos los grupos de edad<sup>(42)</sup>

## BIOIMPEDANCIA

### Definición de Bioimpedancia eléctrica

La bioimpedancia es la oposición que muestra un cuerpo conductor al paso de una corriente eléctrica. El análisis de la bioimpedancia eléctrica (BIA) es un método utilizado en la práctica clínica que, basándose en dicho concepto, analiza la composición corporal y obtiene datos sobre el estado de hidratación y nutrición del paciente <sup>(12)</sup>.

Existe diferentes métodos para realizar esta prueba, pero el más habitual consiste en pasar una corriente monofrecuencia de muy baja intensidad (50kHz) a través de cuatro electrodos colocados dos a dos en la mano y el pie del mismo hemicuerpo. Siendo esta una prueba indolora ya que la intensidad es tan baja que es imperceptible por el paciente.

En el análisis se asume que, al paso de la corriente eléctrica, el cuerpo humano se comporta como un cilindro en el la impedancia es directamente proporcional a la longitud (L) e inversamente proporcional a la sección transversal (A) (ley de Ohm). Por lo que la oposición que el cuerpo humano ofrece al paso de la corriente está formada por dos componentes: Resistencia (R) que ofrece el fluido intra y extracelular y la reactancia (Xc) de las membranas celulares (tejido celular), con la BIA se realiza medición de la resistencia (R) y reactancia (Xc) pudiéndose calcular parámetros como:

Agua corporal total (TBW)

Masa libre de grasa (FFM)

Masa grasa (FM)

Agua intra y extracelular (ICW,ECW)

La fórmula de Watson está basada en la medición de agua corporal total utilizando métodos de dilución marcada. A principios de los 80 se postuló dicha fórmula en respuesta a la necesidad de ecuaciones que predijeran el agua corporal total en adultos de cualquier edad, ya que previamente, de la mayoría de las que ya existían se aplicaban solo a grupos de edades restringidos. En el estudio inicial original se incluyeron a 458 pacientes hombres y 265 mujeres, en los cuales se determinó la fórmula en base a siete variables y se comparó el resultado de dicha fórmula contra una medición por método de dilución tras la administración de agua marcada con Deuterio y Tritio, así como antipirina y urea versus fórmula que observamos en el siguiente recuadro.

Fórmula de Watson:

Hombres  $TBW = 2.447 - (0.09156 \times \text{edad}) + (0.1074 \times \text{talla}) + (0.3362 \times \text{peso})$

Mujer  $TBW = -2.097 + (0.1069 \times \text{talla}) + (0.2466 \times \text{peso})$

Tras lo anterior se obtuvo una correlación máxima para hombres de 0.850 ( $r^2$  72.2%, SD 3.05) y para mujeres fue de 0.755 ( $r^2$  57%, SD 2.14).

#### Utilidad clínica

El análisis de la bioimpedancia convencional es una herramienta de apoyo en la evaluación del estado de hidratación y nutrición. Por lo que la determinación del estado nutricional y de hidratación del paciente renal en tratamiento sustitutivo con diálisis se considera de gran importancia, siendo la estimación clínica el procedimiento más empleado. La bioimpedancia se ha convertido en una alternativa a la antropometría, debido a que es una técnica económica, no invasiva y de fácil uso, es de gran ayuda a la hora de interpretar las variaciones de la composición corporal asociadas a alteraciones metabólicas.

## **JUSTIFICACIÓN**

La evaluación precisa del estado de hidratación y la especificación de peso seco (PS) son esenciales para la adecuación de hemodiálisis.

Diversos estudios confirman que un estado de sobrecarga hídrica continua se asociada a mayor morbimortalidad en pacientes con hemodiálisis. Para determinar el estado de hidratación de estos pacientes generalmente se utilizan parámetros clínicos como ganancia de peso inter diálisis, presencia de hipertensión arterial o episodios de congestión vascular pulmonar.

Numerosas técnicas han sido descritas para evaluar la composición corporal en la práctica clínica, pero la mayoría son invasivas, costosas y de difícil aplicación en el día a día. La bioimpedancia eléctrica (BIA) es una técnica no invasiva, poco costosa y de fácil manejo que se está incorporando en nefrología y permite analizar la composición corporal y el estado de hidratación de forma objetiva, complementando la evaluación clínica y ayudando a identificar aquellos pacientes que presentan sobrecarga hídrica.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los pacientes en hemodiálisis crónica, requieren de la correcta estimación y mantenimiento de peso seco, como factor importante a considerar para adecuación de ultrafiltración, sin embargo, no se dispone de un método preciso y seguro para hacerlo, en el momento actual existen diversas herramientas para el cálculo como son: ecografía de vena cava, biomarcadores cardíacos (BNP y NT- pro BNP) valoración de volumen plasmático etc. La bioimpedancia, es un método seguro y no invasivo para calcular el peso seco, por lo que, se hará análisis de concordancia entre éste método y la fórmula de Watson para establecer la concordancia entre ambos y poder determinar si la fórmula de Watson es un buen método para calculo de peso seco en pacientes con hemodiálisis. Para de esta manera poder usar la fórmula de Watson en el cálculo del peso seco en los pacientes en hemodiálisis.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar el análisis del coeficiente de concordancia entre formula de Watson y bioimpedancia para calculo de peso seco en pacientes de hemodiálisis.

### **Específicos:**

Establecer las medidas óptimas para mejor control del peso seco en pacientes en hemodiálisis crónica.

Determinar la diferencia entre el sodio inicia y el final posHemodiálisis.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se realizó un estudio de tipo prospectivo, descriptivo, transversal y comparativo; la muestra incluyó pacientes adultos en HD crónica del Hospital Juárez de México, en el periodo desde mayo 2012. Ningún paciente presentaba enfermedad intercurrente aguda en el momento de las mediciones realizadas y todos dieron su consentimiento informado.

Se analizaron los valores del estado hídrico: edema así como determinación de agua corporal total (TBW), determinados por BIE y se compararon con los obtenidos por la fórmula de Watson (FW), así como los promedios entre "peso seco" clínico estimado y el peso posthemodiálisis.

### **Criterios de selección de la muestra**

Criterios de inclusión:-

- Pacientes mayores de 18 años
- Diagnóstico de ERC estadio 5
- Tratamiento con HD crónica en el hospital Juárez de México.
- Periodo comprendido en el tiempo de recolección de la muestra.
- Expediente clínico completo
- Aceptaran participar mediante firma de consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Pacientes portadores de elementos metálicos no extraíbles.
- No hayan participado en estudios previos.
- Hayan modificado su terapia de reemplazo renal.
- No firma de consentimiento informado.

## **MÉTODOS**

### **VARIABLES ESTUDIADAS**

1. Sociodemográficas: edad, sexo
2. Clínicas: control tensional (se consideró por debajo o igual a 140/90), morbilidad intradiálisis (en pacientes con tensión arterial por debajo de 110/70), calambres musculares, vómitos, el "peso seco" clínico (cuando no presenta morbilidad y con control tensional durante el período interdiálisis).

3. Variables eléctricas: medidas con monitor de composición corporal marca Omron, modelo HBF-516 healthcare®.

Agua corporal total (TBW):

$$TBW = 1,726 + \left( 0,5561 \frac{H^2}{R_{50}} \right) + (0,0955 \times M)$$

Donde: H, M,  $R_{50}$  y  $X_{c50}$  son la talla, el peso, la resistencia eléctrica para 50 kHz y la reactancia capacitiva para 50 kHz, respectivamente.

Para realizar la BIE se utilizó el peso pos HD y la FW<sup>17</sup> utilizada fue:

TBW(hombres)=2,447-(0,09156 x edad) + (0,1074 x talla) +(0,3362 x peso)

TBW(mujeres)=(0,1069 x talla) + (0,2466 x peso) -2,097

Una vez recabados los datos encontrados según se mencionó en un apartado previo, se usó un software (STATA versión 11.0) para la organización de los mismos (Excel al principio), se graficaron dichos resultados, se establecieron conclusiones y se compararon con la bibliografía existente al respecto sobre estudios de similares características.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Las variables cuantitativas, se expresarán como medidas de tendencia central y dispersión; las variables cualitativas serán descritas en forma de proporciones.

El análisis de coeficiente de concordancia se hizo con el coeficiente de Pearson y con 95% de intervalo de confianza. Se realizaron las gráficas de *Bland & Altman* para expresar la concordancia; con valor de  $p < 0.05$  se consideraron estadísticamente significativas.

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Se utilizó la fórmula de asociación ó coeficiente de correlación, asumiendo una asociación de 0.05, con una potencia de 80% y al aplicarla nos da un valor de treinta pacientes.

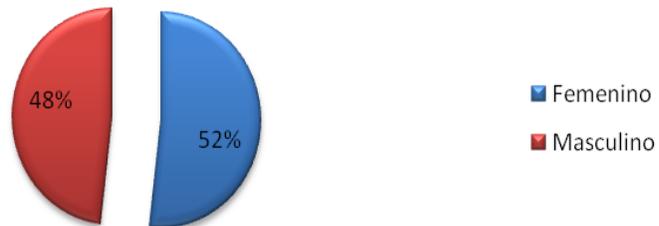
## RESULTADOS

Características de la población la muestra fue integrada por 27 pacientes, adultos, de los cuales 13 fueron hombres y 14 mujeres, las edades estaban comprendidas entre 17 y 72 años, con una mediana de 23 años.

Distribución porcentual por sexo de los participantes en el estudio		
Sexo	Número	Porcentaje (%)
Femenino	14	51.85
Masculino	13	48.15
total	27	

Fuente: base de datos del protocolo de investigación

Distribución porcentual por sexo de los pacientes participantes en el estudio.  
(n=27)



**Distribución porcentual de etiología causante de la ERC en los pacientes participantes en el protocolo**

<b>Etiología</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
No determinada	22	81.48
Nefropatía lúpica	2	7.41
Nefropatía diabética	2	7.41
Uropatía obstructiva	1	3.70
total	27	100.00

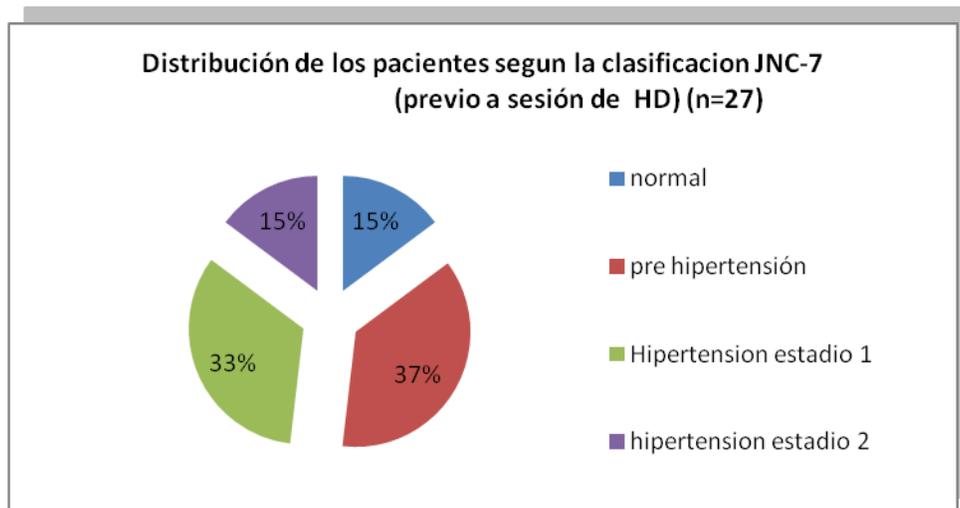
Fuente: base de datos del protocolo de investigación

**Distribución porcentual de la etiología de la nefropatía en los pacientes participantes del protocolo de investigación.**



**Distribución de los pacientes con respecto a la clasificación de JNC-7 sobre hipertensión arterial (antes)**

<b>Estadio</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Normal</b>	4	14.81
<b>Pre Hipertensión</b>	10	37.04
<b>Hipertensión estadio 1</b>	9	33.33
<b>Hipertensión estadio 2</b>	4	14.81
<b>Total</b>	27	100.00



---

Fármacos usados en el tratamiento de la hipertensión en los pacientes participantes en el protocolo

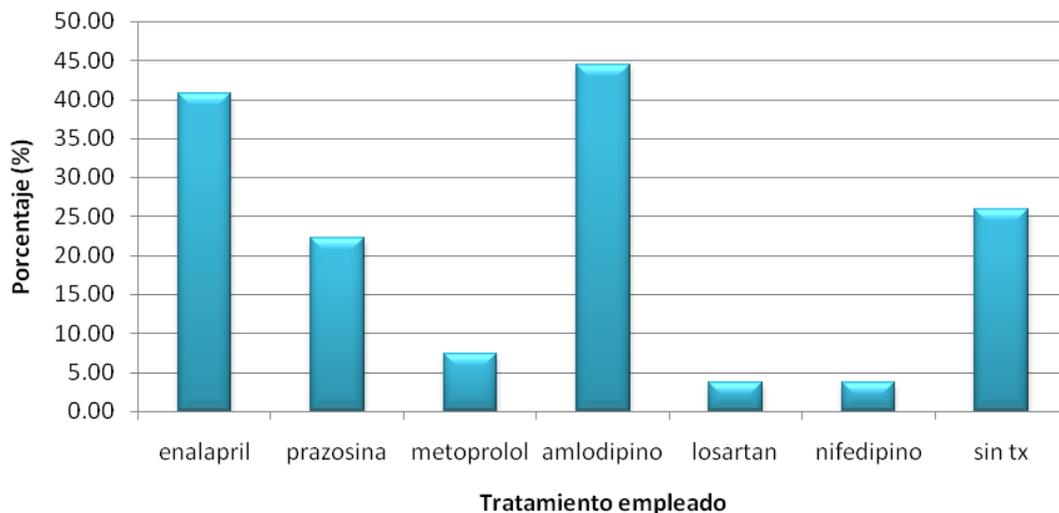
<b>Medicamento</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Enalapril</b>	11	40.74
<b>Prazosin</b>	6	22.22
<b>Metoprolol</b>	2	7.41
<b>Amlodipino</b>	12	44.44
<b>Losartán</b>	1	3.70
<b>Nifedipino</b>	1	3.70
<b>No uso de fármacos*</b>	7	25.93

Fuente: base de datos del protocolo de investigación

\*nota: no todos los pacientes participantes en el protocolo presentan hipertensión arterial

---

### Distribución porcentual de fármacos usados para el control de la HAS en los pacientes participantes en el protocolo (n=27)

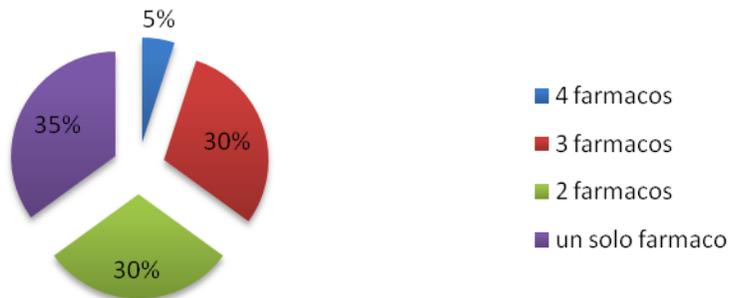


### Distribución con base al número de fármacos usados en el control de la HTA entre los pacientes participantes en el protocolo

Número de fármacos	Número	Porcentaje (%)
4 fármacos	1	5
3 fármacos	6	30
2 fármacos	6	30
un solo fármaco	7	35
total*	20	

**\*Nota: no se toman en cuenta 7 pacientes, quienes no llevan tratamiento farmacológico**

**Distribucion porcentual del número de  
farmacos usados en el control de la HAS en  
los pacientes participantes en el protocolo**



---

**Descripción de variables continuas obtenidas de los  
pacientes participantes en el protocolo ( Pre HD)**

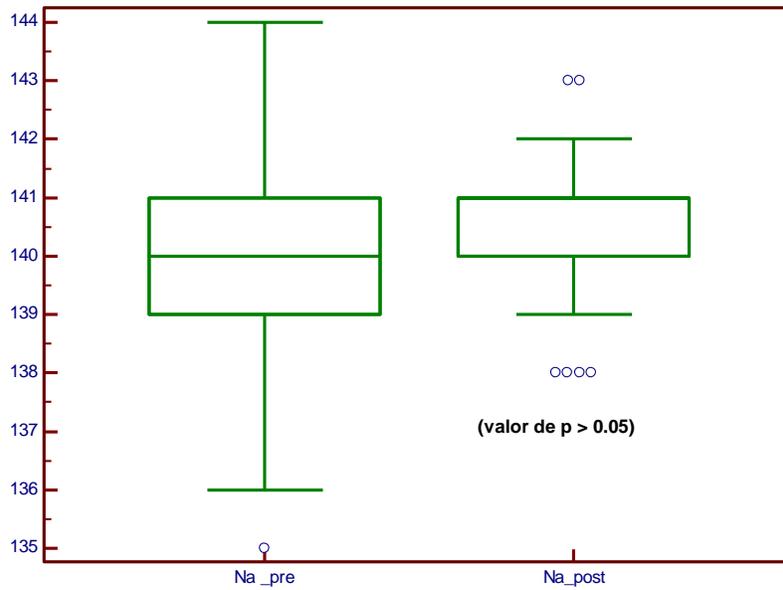
<b>Variable</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>
<b>Edad (años)</b>	31.52	16.34
<b>Peso (Kg)</b>	53.9	11.56
<b>Talla (metros)</b>	1.55	0.07
<b>IMC (Kg/m2)</b>	22.37	4.39
<b>TAS (mmHg)</b>	139.33	21.36
<b>TAD (mmHg)</b>	85.56	18.13
<b>Tiempo en HD (años)</b>	2.36	0.93
<b>Na en suero (mEq/L)</b>	139.7	2.22
<b>ACT Watson (L)</b>	29.89	5.49
<b>Peso seco Watson (kg)</b>	52.19	11.35

**Nota: todas las variables presentaron una distribución no normal,  
de forma que las medidas que mejor las describen son la mediana  
y el rango Intercuartílico.**

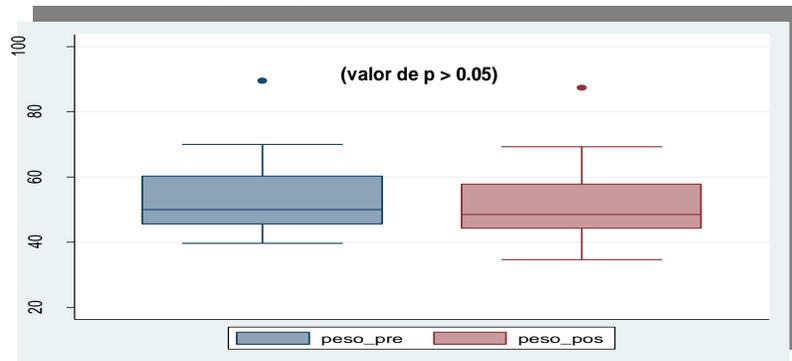
**Pre HD: Pre hemodiálisis**

---

### Sodio antes y después de sesión de hemodiálisis.



### Peso antes y después de sesión de hemodiálisis



---

**Descripción de variables continuas obtenidas de los  
pacientes participantes en el protocolo (posterior a HD)**

**Variable**      Promedio                      Desviación Estándar

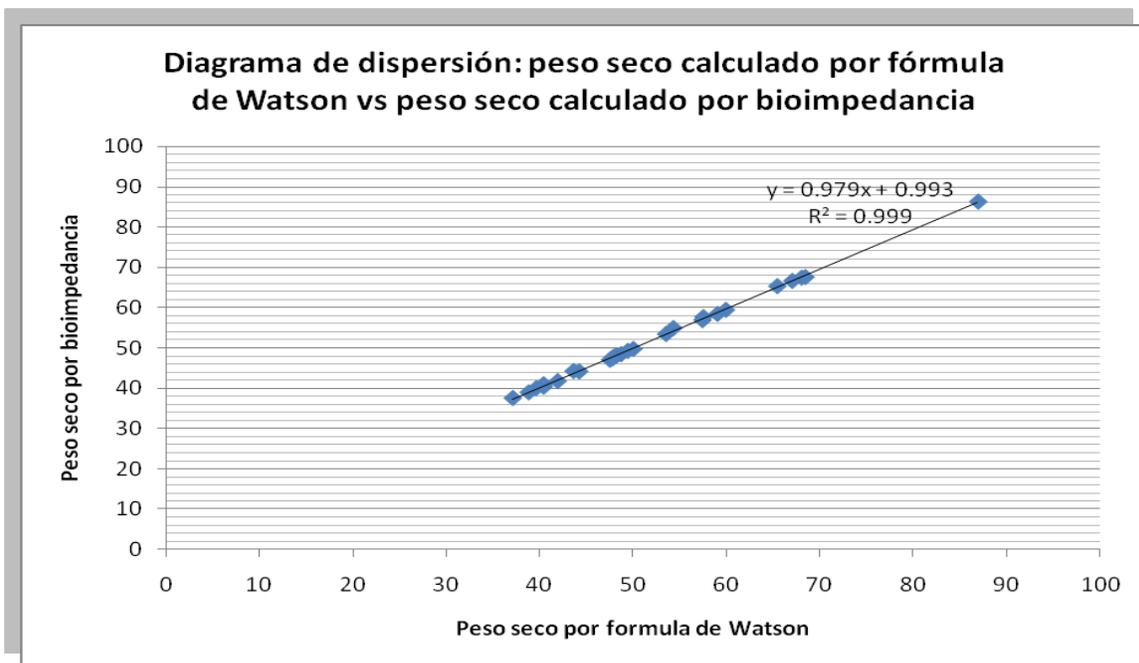
<b>TAS (mmHg)</b>	138.3	21
<b>TAD (mmHg)</b>	84.7	17.89
<b>Na en suero (mEq/L)</b>	146.78	19.2
<b>ACT Bioimpedancia (L)</b>	32.58	6.95
<b>Peso seco Bioimpedancia (Kg)</b>	53.01	11.89
<b>Ganancia Interdialítica</b>	2.36	0.95

**Nota: todas las variables presentaron una distribución no normal, de forma que las medidas que mejor las describen son la mediana y el rango intercuartílico.**

<b>T de Student (comparación entre dos medias en una sola población)</b>				
<b>Variable</b>		media	t	p*
<b>Tensión arterial sistólica</b>	Antes	139	0.047	0.64
	después	140		
<b>Tensión arterial diastólica</b>	Antes	86	0.44	0.65
	después	87		
<b>Sodio en suero</b>	antes	140	-1.57	0.12
	después	141		
<b>Peso</b>	Antes	50	0.75	0.45
	después	48.5		
<b>* se considera estadísticamente significativo un valor p &lt; 0.05 a 25 g.l</b>				

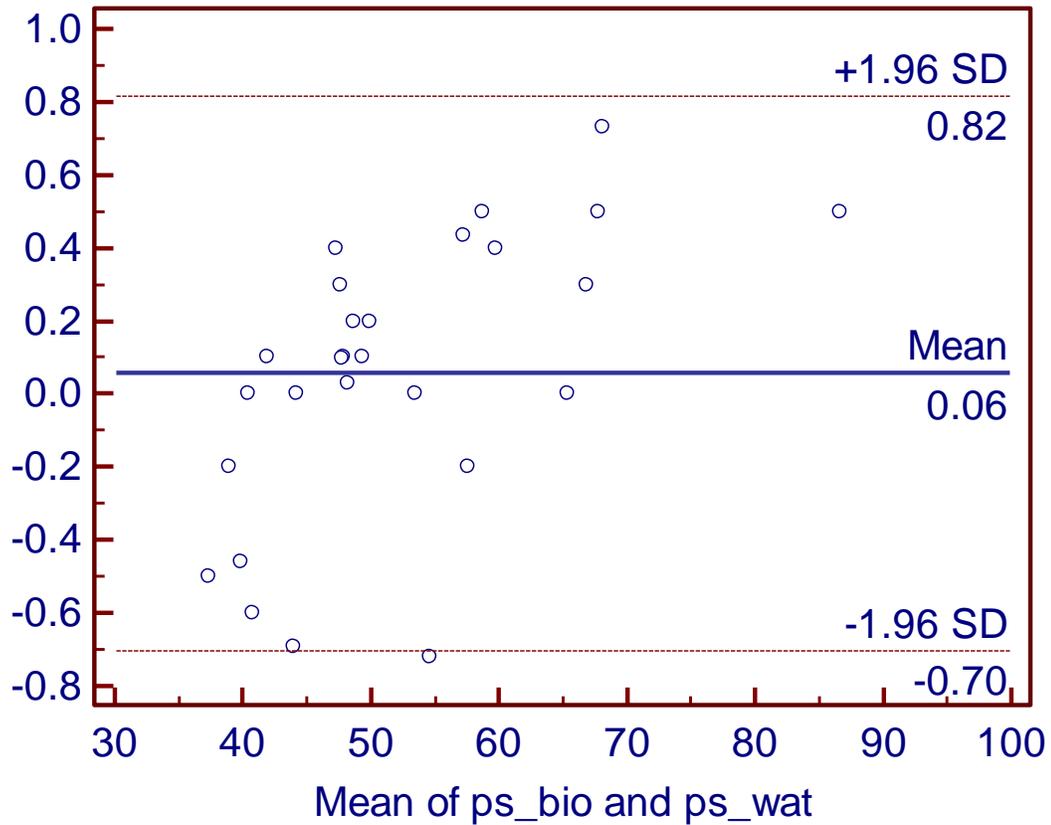
<b>Análisis de Agua Corporal Total: prueba de T de Student</b>			
<b>Método</b>	Media	t	p*
<b>Bioimpedancia</b>	32	3.611	0.013
<b>Formula de Watson</b>	27.19		
<b>* valor estadísticamente significativo &lt; 0.05 a 25 g l</b>			

Los valores obtenidos con los diferentes métodos para cálculo de ACT se vieron reflejados en varones y por método de bioimpedancia con una p 0.45 observándose diferencia estadísticamente significativa al comparar el ACT utilizando el método de bioimpedancia comparado con ACT calculada por fórmula de Watson 0.013. SE realizó una prueba de Pearson para evaluar la correlación entre cálculo de peso por bioimpedancia y por formula de Watson obeteniendose una r = 0.99



Prueba de Pearson para evaluar la correlación entre cálculo de peso por bioimpedancia y por formula de Watson obteniendose ( $r = 0.99$ ).

Gráfica de Bland Altman para cálculo de peso seco por bioimpedancia y cálculo por fórmula de Watson



En relación con la presión arterial 4 pacientes (15 %) no utilizaban tratamiento hipotensor y el resto, 23 (85 %), recibían distintas combinaciones de fármacos hipotensores. El grupo de pacientes normotensos (2 mujeres y 2 hombres), mantenían un "peso clínico" estimado estable. Sin embargo, 3 presentaron signos de sobrehidratación prediálisis que requirieron altas tasas de ultrafiltración, que condicionaron hipotensión y calambres musculares.

## DISCUSIÓN

El ajuste y control del balance de fluidos en los pacientes en terapia de reemplazo renal aún sigue siendo un importante problema a solucionar, ya que el enfermo renal crónico en HD requiere de un adecuado control de peso para evitar las grandes tasas de ultrafiltración requeridas que lo llevan a una morbilidad intradialítica frecuente, que exacerba en ocasiones su ya alterado equilibrio cardiovascular.

La diferencia del TBW por sexo es justificable por la diferencia de peso entre ambos sexos, lo cual facilita que la mujer dialice con más facilidad que el hombre. Ello nos ratifica una vez más la dinámica a mantener en el control del "peso seco" clínico, para evitar su sobreestimación y no someter al paciente a niveles de ultrafiltraciones innecesarias. La sobreestimación del "peso seco" clínico es el problema más comúnmente reportado,<sup>(17)</sup> ya que objetivar el "peso seco" de un paciente en HD es un proceso progresivo y de constante evaluación. Las propuestas antropométricas tienen un elevado porcentaje de error, siguen siendo utilizadas según lo planteado por diferentes autores, donde la FW es la más recomendada a pesar de que reportes de la literatura comprueban que existe una sobreestimación del volumen por la Fórmula de Watson de aproximadamente más del 10 %. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, no hay diferencia estadísticamente significativa entre un método y otro, con similares resultados y sin la desventaja que justifique obtención de aparato para medición por bioimpedancia de composición corporal, por lo que puede obviarse su uso, reduciendo los costos, lo anterior expresado para la población estudiada, hacen falta estudios que incluyan un mayor número de pacientes para confirmar o refutar dicha propuesta.

Dentro de las debilidades del estudio tenemos: la n estudiada es pequeña para la prevalencia de la enfermedad. La diabetes mellitus tipo 2 es la principal causa de enfermedad renal crónica y en éste grupo dicho subgrupo no tiene gran representatividad; no es posible determinar desde el ingreso la etiología en la mayoría de los pacientes, puesto que ya ingresan con el diagnóstico y una larga evolución.

La presencia de edema en algunos casos dificulta la medición por monitor de composición corporal, por lo que la comparación en éste grupo se vuelve difícil, lo anterior ya corroborado en estudios previos.

En cuatro de los pacientes se presentaron dificultades para la medición de agua corporal total por método de bioimpedancia que se encontraban con importante sobrecarga hídrica; no se pudo realizar la medición en una ocasión por monitor, por lo que requirieron mayor ultrafiltración. Es en este subgrupo de pacientes donde se evidencia que como factores: la sobrecarga hídrica, la importante ganancia de peso interdiálisis y la no adherencia a medidas higienico-dietéticas interfieren la medición y por lo tanto, no existe ventaja entre el uso de medición por monitor de composición corporal versus fórmula predefinida ya mencionada.

Un estudio realizado en población mexicana transversal, descriptivo, en ERC en HD regular, calculó ACT según porcentaje fijo de peso corporal, por género, superficie corporal, FW e impedancia bioeléctrica, con 31 pacientes; se encontró correlación significativa con todos los métodos, con una r de 0.80 a 0.98, pero el edema incremento la dispersión de los resultados. Se consideró para dicho estudio como medio comparativo a la impedancia bioeléctrica. Los resultados expresados en forma de conclusiones no concuerdan con los hallazgos en nuestro estudio, puesto que se menciona que el método menos afectado por la presencia de edema fue la impedancia bioeléctrica.

En otro estudio realizado en población Coreana se realizaron mediciones por impedancia bioeléctrica y otras formulas basadas por antropometría( Watson, Hume y Chertow) tanto en controles sanos (n-67) como en pacientes con hemodiálisis (n 101) en el cual se encontró que las formulas basadas en antropometría sobreestiman el peso total tanto en controles normales como en pacientes en hemodiálisis; y entre ellas la formula de Watson parece ser la más cercana al agua corporal total estimada real y tener menores sesgos. Ellos sugieren que es razonable el uso de este en pacientes adultos coreanos sanos y en hemodiálisis; en dicho grupo se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.754 en controles y 0.856 en pacientes en hemodiálisis este último dato concuerda con los resultados encontrados en nuestro estudio realizado en población latina <sup>(41)</sup>.

Dentro de los inconvenientes de la ecuación de Watson mencionados en el artículo original encontramos : que hay una extrema variación de la grasa corporal, lo cual afecta la precisión de la predicción del agua corporal total de éstos pacientes; el efecto es más pronunciado en los pacientes obesos con mayor grosor que en los más delgados; normalmente se estima que el tejido adiposo contiene de un 10- 30% de agua y en los muy obesos esta proporción se altera porque hay más tejido adiposo anhidrico y se tiende a sobreestimar el agua corporal total.

### **CONCLUSIÓN**

1. El coeficiente de concordancia entre los dos métodos: bioimpedancia y fórmula de Watson, es aceptable; aunque muestra una dispersión.
2. La asociación entre las dos variables (Watson y Bioimpedancia), es buena: ya que muestra una  $r = 0.99$ ,
3. La cuantificación por los dos métodos nos permitió realizar una mejor ultrafiltración en pacientes en hemodiálisis.
4. En ausencia de monitor de composición corporal para medición de bioimpedancia, podemos utilizar la fórmula de Watson para cálculo de peso seco para la población estudiada.
5. El control de ultrafiltración de pacientes en hemodiálisis, nos ayuda a mantener un adecuado control del peso seco.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fees T. Epidemiology and causes of chronic renal failure. *Medicine* 2007; 35(8); 438 – 441.
- 2.- Shah S, Baliga R, Rajapurkar M, Fonseca V. Oxidants in chronic Kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2007; 18 (1): 18 – 28.
- 3.- National Kidney Foundation. K/DOQI Clinical Practice Guidelines for managing Dyslipidemias in Chronic Kidney Disease. *Am J Kidney Dis* 2003; 41 (suppl 3): S1 – S77.
- 4.- Crawford P, Lerma E. Treatment Options for end stage renal disease. *Prim care Clin Office Pract* 2008; 407- 432
- 5.- Cigarrán S, Barril G, Bernis C, Cirugeda A, Herraiz I, Selgas R. Evaluación del estado nutricional de los pacientes renales y ajustes del peso seco en HD: papel de la Bioimpedancia. Servicio de Nefrología. Hospital de la Princesa. Madrid, España. *Electron J Biomed*. 2004;1:16-23.
- 6.- Lorenzo I, López JM, Jofré R. Balance hidro-salino en pacientes en hemodiálisis y su repercusión cardiovascular. Barcelona: Valderrabano; 1999. p. 301-11.
- 7.- Hirayama S, Ando Y, Sudo Y, Asano Y. Improvement of cardiac function by dry weight optimization based on interdialysis inferior vena caval diameter. *ASAIO J*. 2002;48(3):320-5.
- 8.- Katzarski K, Charra B, Luik A, Nisell J, Filho J, Leypoldt J, et al. Fluid state and blood pressure control in patients treated with long and short hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 1999;14:369-75.
- 9.- Nicholas AH, Nathan WL. Can technology solve the clinical problem of "dry weight". *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18:647-50.
- 10.- Zuchelli P, Santoro A. Dry weight in hemodialysis: volemic control. *Semin Nephrol*. 2001;21(3):286-90.
- 11.- Yanagiba S, Ando Y, Kusano E, Asano Y, Asaio J. Utility of the inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in non oliguric hemodialyzed patients. *ASAIO J*. 2001;47(5):528-32.
12. Zhu F. Estimation of extracellular fluid by segmental bioimpedance analysis. *Dialysis times*. 2000;1:3-4.

13. Biagio R, Di Iorio, Lucas Scalfi, Vincenzo Terraciano, Vincenzo Bellizzi. A systemic evaluation of bioelectrical impedance measurement after hemodialysis session. *Kidney Int.* 2004;65:235-44.
14. Kyle U, Bosaeus I, De Lorenzo A, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, et al. Principles of Bioelectrical Impedance Part I. Review principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23:1226-43.
- 15.-. Schwditz D. The arrow of bioimpedance. *Kidney Int.* 2006;69:1492-3.
- 16.- Peláiz A, Barranco E, García-Zaldívar O, González-Carmenate I, Magrans-Buch Ch. Utilidad de la espectroscopia de impedancia para la determinación de la composición corporal en humanos. *Rev Cub Física.* 2006;23(1):30-4.
17. Jha V, Jairam A, Sharma MC, Sakhuja V, Piccoli A, Parthasarathy S. Body composition analysis with bioelectric impedance in Adult with ESRP. Comparison with a healthy population. *Kidney Int.* 2006;69:1449-653.
18. Jeroen P, Kooman FM, van der Sande Karel M, Leunissen L. Wet or Dry in Dialysis- Can New Technologies Help? *Sem Dialysis.* 2009;22(1):9-12.
19. Essig M, Vrtovsni F. Quelles methodes d'evaluation de la composition corporelle doivent etre utilisees en nephrologie? How to evaluate body composition in chronic kidney disease? *Nephrologie & Therapeutique.* 2008;4:92-8.
20. Basile C, Veraglioni L, Di Iorio B, Bellizzi V, Chimienti D, Lomonte C, et al. Development and Validation of Bioimpedance Analysis Prediction Equations for Dry weight in Hemodialysis patients. *CI J Am Soc Nephrol.* 2007;2:675-680.
21. Wuepper A, Tahersall J, Kramer M. The use of electrolytic clearance to determine urea distribution volume. *ASAIO J.* 2002;48(2):174.
22. Woodrow G, Oldroyd B, Smith MA, Turney JH. The effect of arteriovenous fistulae in haemodialysis patients on whole body and segmental bioelectrical impedance. *Nephrol Dial Transp.* 1997;12:524-7.
23. Peláiz A, Barranco E, Febles Y. Evaluación del estado de hidratación en pacientes que reciben hemodiálisis empleando la espectroscopia de impedancia. *Rev Cub Física.* 2008;25(1):16-20.
24. Levey AS, Eckardt K, Tsukamoto Y, Levin A, Coresh J, Rossert J, et al. Definition and classification of chronic kidney disease: A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int.* 2005;67(6):2089-100.
25. Vázquez R, Pérez-Grovas H, Paniagua R. Agua corporal total en pacientes en hemodiálisis. *Rev Med IMSS* 2003; 41 (3): 229-233.

26. Wizemann V, Wabel P, Charnney P, Zaluska V, Moissl U, Rode C, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:1574-9.
27. Kooman J, van der Sande F, Leunissen K. Wet or dry in dialysis- Can new technologies help? *Semin Dial* 2009;22(1):9-12.
28. Cherlex E, Leunissen K, Janssen J. Echography of the inferior vena cava is a simple and reliable tool for estimation of "dry weight" in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1989;4:563-8.
29. Kraemer M, Rode C, Wizemann V. Detection limit of methods to assess fluid status changes in dialysis patients. *Kidney Int* 2006;69:1609-20.
30. Ozkahya M, Ok E, Toz H et al. Long-term survival rates in haemodialysis patients treated with strict volume control. *Nephrol Dial Transplant* 2006; 21: 3506–3513
31. Kayikcioglu M, Tumuklu M, Ozkahya M et al. The benefit of salt restriction in the treatment of end-stage renal disease by haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24: 956–962
32. Charra B. Fluid balance, dry weight, and blood pressure in dialysis. *Hemodial Int* 2007; 11: 21–31
33. Agarwal R, Bouldin JM, Light RP et al. Probing dry-weight improves left ventricular mass index. *Am J Nephrol* 2011; 33: 373–380
34. Chazot Ch, Wabel P, Chamney P et al. Importance of normohydration for the long-term survival of hemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2012; ePub
35. Wabel P, Moissl U, Chamney P et al. Towards improved cardiovascular management: the necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23: 2965–2971
36. Davenport A, Cox C, Thuraisingham R. Achieving blood pressure targets during dialysis improves control but increases intradialytic hypotension. *Kidney Int* 2008; 73: 759–764
37. Owen PJ, Priestman WS, Sigrist MK et al. Myocardial contractile function and intradialytic hypotension. *Hemodial Int* 2009; 13: 293–300
38. Dasselaar JJ, Slart RH, KnipMet al. Haemodialysis is associated with a pronounced fall in myocardial perfusion. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24: 604–610
- 39.- Charra B."Dry weight" in dialysis: The history of a concept. *Nephrol Dial Transplant* 1998;7:1882-5.

40.- Wizemann V, Wabel P, Channey P, Zaluska W, Moiss L, Rodes Ch, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2009;24:1574-9.

41.-Woo lee s, Ho Song Joon cols. Assesment of total body water from anthropometry – based equations using bioelectrical impedance as reference in Korean adult control and haemodialysis subjects. *Nephrol Dial Transplant* (2001) 16: 91-97.

41.-Patricia E, m.H.Sc, Ian D. Watson, Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *The American Journal of clinical Nutrition* 33:January 1980, pp. 27-39